



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TITULO**

**“PROPUESTA DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING EN LA  
FABRICACIÓN DE GABINETES PARA REFRIGERADORAS EN LA  
EMPRESA INDURAMA-INDUGLOB S.A.”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL.**

**AUTOR:**

**DAVID FELIPE ABRIL JARAMILLO**

**TUTOR:**

**ING. MANUEL ORLANDO BAQUERO GRACIA**

**CUENCA-ECUADOR**

**2013**



## RESUMEN

El estudio y desarrollo de esta tesis se realizó en la Empresa **Indurama-Induglob S.A.**, dedicada a la producción de refrigeradoras, cocinas y congeladores.

En el primer capítulo se habla sobre las generalidades de la Empresa, abordando en primera instancia la historia de la misma y los servicios que ofrece como el diseño y su tecnología, la calidad, su comercialización a nivel nacional e internacional de sus productos y las tendencias en la industria y en el mercado.

El segundo capítulo habla sobre la definición, características, aplicación, beneficios y desarrollo de la filosofía *Lean Manufacturing*, así como de las diferentes herramientas de las que ésta hace uso, y el significado de los mapas de la situación actual y de la situación futura.

El tercer capítulo trata sobre las áreas propuestas a mejorar, la elección de la familia de productos, análisis y recolección de datos para el uso en los mapas de la realidad actual identificando los problemas y desperdicios y las propuestas para los mapas de la situación futura.

En el cuarto y último capítulo se realizan las conclusiones identificando las propuestas de mejora producto de todo el trabajo realizado.

Palabra Clave:

Lean Manufacturing



## ABSTRACT

The study and development of this thesis was made at the company ***Indurama-Induglob S.A.***, which makes white line industry.

The first chapter talks about generalities of the company, addressing first of all the history and services that it offers. Also, their designs and quality, technology, marketing international and national of products, as well as trends in the industry and market.

The Second chapter discusses the definition, features, applications, and development benefits of Lean Manufacturing and variety of tools which makes use, meaning of current state maps and future state maps.

The third chapter discusses the areas proposed to improve, selecting of family products, data collection and analysis to use in the current state maps identifying problems and wastes and proposals for future state maps.

In the fourth and final chapter are made the conclusions, identifying the improvements proposals, as a result of work done.

Key Word:

Lean Manufacturing



UNIVERSIDAD DE CUENCA

# ÍNDICE



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	4
ABREVIATURAS .....	10
INDICE DE GRAFICOS .....	11
INDICE DE TABLAS .....	13
INTRODUCCION .....	14
OBJETIVOS.....	15
METODOLOGIA .....	16
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>17</b>
1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	18
1.1 Historia de la Empresa .....	18
1.2 Misión y Visión .....	20
1.3 Objetivos Estratégicos de la empresa .....	20
1.4 Valores Organizacionales .....	20
1.5 Actualidad de la Empresa .....	21
1.5.1 Diseño y Tecnología de sus productos .....	21
1.5.2 Calidad de sus productos .....	21
1.5.3 La Comercialización de la Empresa.....	22
1.6 Información del Entorno.....	22
1.6.1 Tendencias de la Industria.....	22
1.6.2 Tendencias del Mercado.....	23
1.7 Pasos para elaboración de una Refrigeradora completa.....	24
1.7.1 Diagrama de proceso para la elaboración de una refrigeradora completa.....	28
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>29</b>
2 MARCO TEÓRICO .....	30
2.1 Introducción al Lean Manufacturing.....	30
2.1.1 Características del Lean Manufacturing.....	31
2.1.2 Aplicación del Lean Manufacturing .....	32
2.1.3 Beneficios al Aplicar la metodología Lean Manufacturing .....	37
2.2 Descripción de las herramientas Lean .....	39
2.2.1 5´S.....	39
2.2.2 Trabajo Estandarizado .....	46
2.2.3 Fabricas Visuales.....	47
2.2.4 Kaizen.....	48
2.2.5 Smed .....	49
2.2.6 Kanban .....	50
2.2.7 Poke Yoke .....	51
2.2.8 TPM (Mantenimiento Productivo Total) .....	52
2.3 Los Desperdicios MUDA .....	54



2.4 Proyecto del Mapeo del Flujo de Valor .....	57
2.4.1 Creación del equipo .....	57
2.4.2 Formación del equipo .....	58
2.4.3 Mapeo de Flujo de Valor .....	58
2.4.3.1 Etapas del mapeo del Flujo de valor .....	58
2.4.3.2 Elección de la Familia de productos .....	59
2.4.3.3 Mapa de Realidad Actual .....	60
2.4.3.4 Mapa de Realidad Futura .....	63
2.4.3.5 Implementación y Evaluación .....	64
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>66</b>
3 APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR.....	67
3.1 Introducción.....	67
3.2 Alcances y Limitaciones .....	67
3.3 Áreas propuestas a mejorar .....	68
3.3.1 Termoformado .....	68
3.3.2 Acabados Plásticos.....	70
3.3.3 Poliuretano.....	72
3.4 Etapas de aplicación de la cadena de Flujo de Valor .....	74
3.4.1 Elección de la familia de productos .....	74
3.5 Realidad Actual .....	80
3.5.1 Planificación y Control de la Producción .....	80
3.5.2 Elaboración de un gabinete de refrigeradora .....	80
3.5.2.1 Proceso de armado de un gabinete de Ref. RI-425 o RI-587 .....	82
3.5.3 Recolección de datos y tiempos para los mapas .....	86
3.5.4 Tipos de Desperdicios .....	104
3.5.5 Resumen de tiempos y capacidades del modelo de Refrigeradora RI-425.....	113
3.5.6 Resumen de tiempos y capacidades del modelo de Refrigeradora RI-587.....	114
3.5.7 Mapas de Realidad Actual .....	115
3.6 Realidad Futura.....	118
3.6.1 Calculo del Takt Time .....	118
3.6.2 Propuestas de mejora .....	119
3.6.3 Reducción del inventario en proceso .....	132
3.6.4 Costo del inventario en proceso.....	134
3.6.5 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario en proceso ...	136
3.6.6 Propuesta de mejora: Reducción del tiempo de calibración ....	137



3.6.7 Mapas de realidad Futura .....	138
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>143</b>
4 CONCLUSIONES .....	144
<b>BIBLIOGRAFÍA 5 .....</b>	<b>147</b>
5 Bibliografía.....	148
ANEXOS 6.....	150
Anexo 1: Iconos para Mapeo del Flujo de Valor .....	151
Anexo 2: Producción de Refrigeradoras proyectada en 15 meses- Pareto...	152
Anexo 3: Producción mensual agrupada de los modelos RI-425 y RI-587 ...	153
Anexo 4: Cuadro de Horas Disponibles por Área .....	154
Anexo 5: Diagnóstico del Proceso de Producción .....	155



## ABREVIATURAS

\$	Costo
5´S	Cinco eses
APL	Acabados Plásticos
C/O	Changeover (Tiempo de preparación en el centro de Trabajo)
ERI	Ensamble de Refrigeradoras
FIFO	First in-First out (Primero en entrar-Primero en salir)
JIT	Just in time (Justo a Tiempo)
L/T	Lead time
LAM	Laminado
LEAN	Filosofía que busca eliminar los desperdicios en los procesos productivos.
MRP	Planeación del Requerimiento de Materiales
PLC	Controlador lógico Programable
POL	Poliuretano
SMED minutos)	Single Minute Exchange of die (Cambio de herramienta en minutos)
T/C	Tiempo de Ciclo
T/M	Tiempo Máquina
T/O	Tiempo de Operador
TER	Termoformado
TPM	Mantenimiento Productivo total
TT	Takt Time
U/T	Uptime (Tiempo disponible de un equipo)
UPD	Unidades por día
UPH REAL	Unidades por hora real
UPH STD	Unidades por hora estándar
WIP	Work in process (Trabajo en Proceso)





## Índice De Gráficos:

GRÁFICO#1: Empresa Indurama-Induglob S.A.....	21
GRÁFICO#2: Empresa Indurama-Induglob S.A.....	21
GRÁFICO#3: Diagrama de proceso para la elaboración de una refrigeradora .....	30
GRÁFICO# 4 Cinco Eses 5´S.....	41
GRÁFICO#5 Etapas del Mapeo de Flujo de Valor .....	60
GRÁFICO#6 Elección de la familia de productos.....	62
GRÁFICO#7 Ejemplo de Mapa de Flujo de Valor Actual .....	64
GRÁFICO#8 Iconos para los mapas de Flujo de Valor .....	65
GRÁFICO#9 Ejemplo de Mapa de Flujo de Valor Futura .....	67
GRÁFICO#10 Máquina Termoformadora .....	70
GRÁFICO#11 Bosquejo de la sección de Termoformado .....	71
GRAFICO#12 Segundo Piso-Acabados Plásticos.....	72
GRAFICO#13 Bosquejo de la sección de Acabados Plásticos-Segunda Planta .....	73
GRÁFICO#14 Sección de Poliuretano .....	74
GRÁFICO#15 Bosquejo de la Sección de Poliuretano.....	75
GRÁFICO#16 Diagrama de proceso de operación (DPO) Modelo RI-425 o RI-587.....	83
GRÁFICO#17 Planchas de alto impacto .....	84
GRÁFICO#18 Planchas en pallets .....	84
GRAFICO#19 Planchas ingresando a la máquina.....	84
GRÁFICO#20 Gabinete de Congelador.....	85
GRÁFICO#21 Gabinete de Refrigerador .....	85
GRÁFICO#22 Bodega de almacenamiento.....	85
GRÁFICO#23 Perforado en la belloty .....	85
GRÁFICO#24 Cortado Cizalla .....	85
GRÁFICO#25 Armado de Gabinetes .....	86
GRÁFICO#26 Banda transportadora .....	86
GRÁFICO#27 Armado de gabinete .....	86
GRÁFICO#28 Rollformado.....	86
GRAFICO#29 Inyectadora.....	87
GRAFICO#30 Línea de ensamble.....	87
GRÁFICO#31 Gabinetes inyectados sin puertas.....	87
GRÁFICO#32 Diagrama Hombre-Máquina para el gabinete de Congelador Modelo: RI-587 ..	94
GRÁFICO#33 Falta de Orden y Limpieza .....	108
GRÁFICO#34 Maquinas sin mantenimiento .....	108
GRAFICO#35 Maquinas sin mantenimiento .....	108
GRÁFICO#36 Falta de Estandarización .....	109
GRÁFICO#37 Demoras en la calibración.....	109
GRÁFICO#38 Material sin Movimiento.....	109
GRÁFICO#39 Exceso de inventario .....	110
GRÁFICO#40 Errores en el armado .....	110
GRÁFICO#41 Paras x falta de material .....	110



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

GRÁFICO#42 Falta de orden y limpieza .....	111
GRÁFICO#43 Desperdicio en Troqueladora .....	111
GRÁFICO#44 Falta de espacio .....	111
GRÁFICO#45 Falta de orden en herramientas .....	112
GRÁFICO#46 Errores en hermetizado .....	112
GRÁFICO#47 Poca iluminación.....	112
GRÁFICO# 48 Banda Transportadora sin mantenimiento .....	113
GRÁFICO#49 Falta de material .....	113
GRÁFICO#50 Errores en el proceso de armado .....	113
GRAFICO#51 Inventario en proceso .....	114
GRÁFICO#52 Derrame de poliuretano .....	114
GRÁFICO#53 Reproceso de gabinetes .....	114
GRÁFICO#54 Montacarga hidráulico manual .....	123
GRÁFICO#55 Exceso de Inventario fuera de bodega.....	124
GRÁFICO#56 Cizalla .....	125
GRÁFICO#57 Corte de Congelador actual .....	126
GRÁFICO#58 Gabinete deformado .....	127
GRÁFICO#59 Problema en el armado.....	129
GRÁFICO#60 Gabinete armado .....	130
GRÁFICO# 61 Banda Transportadora .....	130
GRAFICO#62 Poliuretano .....	132
GRÁFICO#63 Gabinetes Inyectados .....	133
GRÁFICO#64 Banda Transportadora .....	133
GRAFICO#65 Maquina de Rollformado .....	134



## Índice de Tablas:

Tabla#1 Programa de Producción Proyectado -Periodo: 01/07/12 a 30/09/13.....	76
Tabla#2 Producción de Refrigeradoras proyectada en 15 meses-Análisis de Pareto .....	80
Tabla#3 Producción mensual proyectada y agrupada de los modelos RI-425 y RI-587 .....	81
Tabla#4 Diagrama del proceso de Recorrido-modelo de refrigerador RI-425 y RI-587 .....	89
Tabla#5 Termoformado- Gabinete de Congelador Modelo: RI-425.....	90
Tabla#6 Termoformado- Gabinete de Refrigerador Modelo RI-425 .....	91
Tabla#7 Termoformado- Gabinete de Refrigerador modelo RI-587 .....	92
Tabla#8: Inyectadora #1 Modelo de Refrigeradora RI-425 .....	95
Tabla#9 Inyectadora Máquina #2 Modelo de Refrigeradora RI-425 .....	96
Tabla#10 Inyectadora Máquina #3-4 Modelo de Refrigeradora RI-425 .....	97
Tabla#11 Inyectadoras Máquinas #5-6-7 Modelo de Refrigeradora RI-425.....	98
Tabla#12 Inyectadora Máquina #1 Modelo de refrigeradora RI-587.....	99
Tabla#13 Inyectadora Máquina #2 Modelo de Refrigeradora RI-587 .....	100
Tabla#14 Inyectadora Máquina #3-4 Modelo de Refrigeradora RI-587 .....	101
Tabla#15 Inyectadora Máquina #5-6-7 Modelo RI-587 .....	102
Tabla#16 Dobladora-Tapa Compartimento Modelo de Refrigeradora RI-425 o RI-587 .....	103
Tabla#17 Unidades de Producción en la línea de Refrigeradoras .....	104
Tabla#18 Planchas que se envían desde la Planta de Partes y Piezas .....	105
Tabla# 19 Extracto del Programa de Producción del mes de Mayo del 2013 .....	105
Tabla#20 Identificación de los Desperdicios .....	106
Tabla#21 Datos-Realidad Actual RI-425 .....	115
Tabla#22 Datos-Realidad actual RI-587 .....	116
tabla# 23 Propuestas de mejora-termoformado modelo RI-425 y RI-587 .....	122
tabla#24 Propuestas de mejora-acabados plásticos modelo RI-425 y RI-587.....	128
tabla# 25 propuestas de mejora-poliuretano modelo RI-425 y RI-587 .....	131
tabla# 26 Inventario actual en proceso: línea de refrigeradoras .....	135
tabla#27 Propuesta de mejora para la reducción del inventario en proceso .....	135
tabla#28 Costo del inventario en proceso-modelo RI-587 y RI-425.....	136
tabla#29 Propuesta de mejora: costo del inventario en proceso-modelo RI-587 y RI-425 .....	137
Tabla#30 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario para el modelo de Refrigeradora RI-425 .....	138
Tabla#31 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario para el modelo de Refrigeradora RI-587 .....	138
Tabla# 32 Reducción del tiempo de calibración.....	139
Tabla#33 Datos Realidad futura RI-425 .....	141
Tabla#34 Datos Realidad futura RI-587.....	142
Tabla#35 Propuesta de reducción del lead time y el tiempo de ciclo .....	147
Tabla#36 Propuesta de mejora con las calibraciones en procesos locales .....	148



## UNIVERSIDAD DE CUENCA



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, David Felipe Abril Jaramillo, autor de la PROPUESTA DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING EN LA FABRICACIÓN DE GABINETES PARA REFRIGERADORAS EN LA EMPRESA INDURAMA-INDUGLOB S.A.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de julio de 2013

David Abril Jaramillo  
010481737-4

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316  
e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103  
Cuenca - Ecuador



## UNIVERSIDAD DE CUENCA



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, David Felipe Abril Jaramillo, autor de la tesis "PROPUESTA DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING EN LA FABRICACIÓN DE GABINETES PARA REFRIGERADORAS EN LA EMPRESA INDURAMA-INDUGLOB S.A.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Industrial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 25 de julio de 2013

David Abril Jaramillo  
010481737-4

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido culminar con éxito el estudio universitario.

A mi familia quienes han sido los pilares fundamentales de mi formación inculcándome responsabilidad y dedicación.

A los profesores(as) por habernos impartido sus conocimientos y experiencias lo largo de la carrera, de manera especial al Ing. Orlando Baquero Gracia tutor de esta tesis.

A la empresa INDURAMA-INDUGLOB S.A. en la persona del Econ. Marcelo Jaramillo Crespo, al departamento de Ingeniería Industrial en especial al Ing. Iván Martínez e Ing. Oswaldo Zaldumbide por el apoyo brindado en la realización de esta tesis.



## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mis padres Jaime y Marcia por enseñarme siempre valores, responsabilidad y principios a lo largo de mi vida, a mi abuelita Rosa Vintimilla de Jaramillo que fue ejemplo a seguir, y a mis 3 hermanos Pablo, Javier, y Sofía por el apoyo a lo largo de mi carrera.



## INTRODUCCION:

El entorno Industrial en el que vivimos hoy en día, se caracteriza por un mundo globalizado en donde existe mayor productividad, mejora en la velocidad de los cambios para procesar y los mejores servicios que ofrezca una empresa. Esto se debe a que las exigencias de los clientes van en aumento y requieren productos de calidad a menor precio que se ajusten a sus necesidades específicas, así como entregas más frecuentes y rápidas. La respuesta de las empresas en este entorno es mediante el aumento de su mix de productos finales, como los que se reflejan en la producción de línea blanca, computadoras, automóviles, entre otros.

El Lean Manufacturing ha tomado gran importancia a nivel mundial en los últimos años por la necesidad de la mejora continua para encontrar la eficiencia en todos los sectores industriales. La práctica de las herramientas, técnicas y principios del Lean Manufacturing requieren un profundo cambio en la filosofía de producción, es una transformación de gran beneficio y éxito total. A partir de la experiencia de las fábricas japonesas como Toyota y las que están en otros países, se puede decir que el éxito de la puesta en marcha de la producción con el sistema Lean Manufacturing, depende de un ambiente favorable en la empresa, compromiso y cultura de cambio de cada uno de los que forman parte de la misma; por lo tanto si se aplicó en Japón y otros países, también podría aplicarse en su totalidad en el Ecuador.

El conjunto de herramientas y técnicas de este concepto representa una oportunidad de desarrollo y mejora para la manufactura actual. Si la propuesta de mejora se lleva a cabo de manera correcta, se puede añadir flexibilidad y confiabilidad a la producción, satisfacer mejor las necesidades y requisitos de los clientes, responder más rápido a la variación de la demanda, reducir los desperdicios y costos. Lo que se traduce en mayor competitividad, más pedidos, mayores beneficios económicos y supervivencia de la empresa.





## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo General**

- Realizar una propuesta del sistema Lean Manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradoras en la Empresa Indurama-Induglob S.A., y así lograr aumentar el flujo de producción, la entrega oportuna de los productos y la satisfacción del cliente.

### **Objetivos Específicos**

- Aplicar las herramientas de la metodología Lean adecuada según el problema y la situación.
- Elaborar mapas de flujo de valor actual y futuro, con la recolección de datos y tiempos para conocer el proceso que sigue el producto.
- Identificar los desperdicios y los elementos que no agregan valor
- Elaborar propuestas de mejora
- Reducir los inventarios en proceso
- Reducir el costo del inventario en proceso
- Reducir los tiempos de calibración de las máquinas



## **METODOLOGÍA:**

Este trabajo de investigación es diseñado para establecer una propuesta de mejora del sistema Lean Manufacturing, y se ha dividido en 4 capítulos (Generalidades de la empresa, Marco teórico, Aplicación del Mapeo de flujo de valor y Conclusiones) de tal manera que la persona que realice la lectura, se vaya adentrando paso a paso conociendo la empresa, el proceso claro que sigue para la elaboración de una refrigeradora, y las áreas que se enfoca en esta tesis como son termoformado, acabados plásticos y poliuretano.

En primer lugar, se hará un estudio de campo y análisis de cada área a estudiar con la recolección de datos con observación directa, toma de fotografías, videos del proceso, estudio de tiempos con cronómetro para ser analizadas y tabuladas en hojas de excel. Luego de eso se elaborará los mapas de flujo de valor actual analizando los principales problemas y desperdicios. Con toda la información respectiva se analizará las propuestas de mejora como los tiempos en la calibración, procesos de ensamblado, reducción del inventario y del costo; y se elaborará los mapas de flujo valor futuro.



# 1

## GENERALIDADES DE LA EMPRESA



## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 Historia de la empresa

Entre sus fundadores, encontramos un grupo de amigos conformado por: Pablo Jaramillo Crespo, Iván Espinosa Pozo y Felipe Burbano; Quienes contaban con el respaldo de Marcelo Jaramillo Malo, así comenzó INDURAMA, una empresa Ecuatoriana que desde su fundación en 1972, inició con 45 trabajadores en un área de 500 m<sup>2</sup>, a lo largo de los años ha sufrido variedad de cambios en sus fabricaciones, desde sus inicios con la producción de bicicletas, luego la línea de producción de ollas y calefones, para posteriormente comenzar con la producción de la Línea Blanca la cual no fue desde el inicio su objetivo principal y de la que hoy en día es pionera. En la década de los ochenta, se da inicio a la producción de Línea Blanca con cocinetas, las cuales por su calidad se situaron como las líderes del mercado nacional, posteriormente las exigencias de los consumidores hicieron que se amplíe su producción a Cocinas con Horno y más tarde a Refrigeradoras, por lo cual se observó la necesidad de la implementación de departamentos especializados en diseño y mejoramiento del producto. En lo referente al posicionamiento, Indurama ha acaparado el 51% del mercado nacional y a partir de 1994, la fábrica abrió sus puertas hacia la exportación a Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Chile, Honduras, Panamá, Jamaica. En 1999, adopta el Sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma ISO 9001, consiguiendo consolidar y normalizar su sistema, agregando una cualidad más a los productos fabricados.

Además Indurama ofrece al cliente un servicio Post - Venta llamado "Servindurama", que consiste en una garantía por 3 meses de daños o defectos, que se puedan encontrar en los Electrodomésticos y un call center gratuito para los clientes que quieran consultar acerca del producto adquirido. Indurama a lo largo de los años se ha consolidado como uno de los líderes del Mercado Local y Nacional, en el diseño, producción y comercialización de Cocinas de Horno, Refrigeradoras de uso Doméstico y Comercial, Vitrinas Verticales y Congeladores. La planta principal se encuentra ubicada en Cuenca

en la Av. de las Américas y Av. Don Bosco esquina, pero cuenta con una planta adicional designada a la fabricación de Partes y Piezas, que es donde se realizan las piezas para pre-ensamblados.

La empresa productiva se llama **Induglob**. Aparte tiene como empresas del grupo a la compañía comercial Blancandina, que hace la venta de sus productos a las diferentes cadenas de electrodomésticos. Tienen también, la cadena propia del grupo que es Marcimex, que vende directamente al usuario final. Otra empresa es Mercandina, que vende el producto al mayoreo, a las tiendas de las diferentes ciudades.<sup>1</sup>

**GRÁFICO#1: Empresa Indurama-Induglob S.A.**



Fuente: [www.indurama.com](http://www.indurama.com)

**GRÁFICO#2: Empresa Indurama-Induglob S.A.**



Fuente: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)

---

<sup>1</sup> <http://www.elmercurio.com.ec/328926-indurama-firma-cuencana-exporta-50-de-su-produccion.html>



## 1.2 Misión y Visión

**Misión.-** Producir y vender electrodomésticos con calidad y a precios competitivos, satisfaciendo las necesidades del cliente y asegurando el progreso de la empresa y de sus colaboradores, contribuyendo de esta manera al bienestar de la sociedad.

**Visión.-** Mantener el liderazgo en: calidad, diseño, servicio al cliente desarrollando el talento humano para lograr eficiencia productiva, mejora de costos y ahorro de gastos, replicando el modelo de negocios.

## 1.3 Objetivos Estratégicos de la empresa <sup>2</sup>

- Fortalecer el posicionamiento de la marca en todos los países donde hay presencia.
- Mejorar la cadena de suministros para garantizar la disponibilidad de los productos.
- Fortalecer la gestión del talento humano con mejora del ambiente laboral.
- Optimizar los costos y gastos para lograr eficiencia productiva con rentabilidad.

## 1.4 Valores Organizacionales

- Amor
- Sencillez
- Verdad
- Unión
- Generosidad
- Respeto

---

<sup>2</sup> Indurama, Departamento de Ingeniería Industrial, Diapositivas de Difusión estratégica #3-4



## **1.5 Actualidad de la Empresa <sup>3</sup>**

En la actualidad la empresa ocupa más de 50.000 metros cuadrados y emplea a más de 1.900 personas comprometidas en mantener la más alta calidad en todos los procesos de fabricación. La política de calidad y diseño para todos sus productos ha permitido que la marca trascienda el mercado ecuatoriano y cuente con importante participación de mercado en varios países de la región.

### **1.5.1 Diseño y Tecnología de sus productos**

El diseño de los productos Indurama nacen de un profundo análisis de los gustos y preferencias del usuario, las formas de sus componentes se basan en criterios ergonómicos que garantizan facilidad y eficiencia durante la operación del producto.

La constante evolución estética se complementa con el desarrollo tecnológico necesario para estar siempre a la vanguardia en cuanto a prestaciones. Indurama presenta productos que llevan Paneles de control digital, encendido electrónico y apagado programable, quemador Ultra Rápido triple corona y sistema Turbo, componentes de última generación presentes en las cocinas.

En cuanto a refrigeradoras a más de ofrecer funcionalidad, proporciones armónicas y belleza, incorporan sistemas como son el Control Digital que permite controlar, desde el exterior del artefacto, la temperatura, función Frío Rápido y alarma.

### **1.5.2 Calidad de sus productos**

Indurama es la primera empresa de línea blanca del Ecuador en obtener la certificación ISO 9001, y desde 1999 sus procesos de producción están asegurados mediante rigurosos controles que inician con auditorias de materia prima, el proceso de producción y revisiones minuciosas del producto terminado.

---

<sup>3</sup> [www.indurama.com](http://www.indurama.com)



Sus productos cuentan también con el mayor certificado de calidad que un producto nacional o importado puede obtener en el Ecuador, la certificación INEN; esta certificación está basada en normas internacionales que es homologada en todos los países de la región como son Perú, Colombia con la certificación INCONTEC y Venezuela con la norma COVENIN.

### **1.5.3 La Comercialización de la empresa**

Indurama lidera el mercado Ecuatoriano de línea blanca donde está presente en todos sus rincones gracias a una extensa red de distribución que incluye a las cadenas más importantes y a los mayoristas con mayor cobertura y solvencia en el negocio de electrodomésticos. En la actualidad las ventas de la empresa sobrepasan los 500.000 productos anuales.

## **1.6 Información del Entorno<sup>4</sup>**

### **1.6.1 Tendencias de la industria**

El sector de línea blanca está caracterizado por una constante transformación, con ingreso de nuevos productos y tecnologías producidos por los cambios en las preferencias de los consumidores, así como también por la apertura de nuevos canales de comercialización. Lo que exige gran dinamismo y flexibilidad en los productores de este sector y deben adecuar todos estos cambios a las nuevas exigencias ambientales de ahorro de energía, disminución en la contaminación y en la generación de nuevas marcas. La cadena en la provisión de las partes y piezas de la línea blanca tiene su particularidad en cada producto, marca y modelo, los cuales varían uno a otro, y le llevan a variaciones en el proceso productivo pero el esquema básico de producción es una línea de ensamble en donde se parte de insumos y productos intermedios para llegar a los productos finales. Los insumos requeridos para todos estos eslabones en la cadena productiva de línea blanca requieren de cables, piezas activas, fuentes de poder, carcasas, controles electrónicos, láminas de acero, plásticos, motores y resistencias. Piezas y partes que sirven para la producción

---

<sup>4</sup> <http://www.flacso.org.ec/portal/pnTemp/PageMaster/9p6suz41iwop5nwho5md09dzz7jkps.pdf>





de aparatos para refrigeración comercial, refrigeración doméstica, cocinas y hornos, enseres menores personales, enseres menores de hogar, enseres menores de cocina, enseres menores de calentamiento, enseres mayores de hogar y enseres mayores de calentamiento. Es importante resaltar que en el país también hay fabricación de artefactos domésticos, además de ensamble, y algunas empresas obtienen los insumos y los bienes intermedios de proveedores nacionales o internacionales.

### **1.6.2 Tendencias del mercado**

La industria de línea blanca en el Ecuador, nace en 1964. Ese año aparece en la ciudad de Cuenca, Ecuatoriana de artefactos S.A (Grupo Eljuri) para Ecuador y el Pacto Andino con la línea de cocinetas, y la empresa guayaquileña Durex3, empresa que nace el 4 de Abril de 1964, con operaciones en la línea de vajillas de hierro enlozados, siendo la primera industria que manufacturaba estos productos en el país, produciendo en 1967 la primera cocina de acero porcelanizado del país. Posteriormente en 1972 aparece Indurama en Cuenca. La producción nacional de línea blanca, medido en millones de dólares se ha incrementado en 132,5 millones entre el año 2005 al 2010, lo que representa un 76,77%, gracias a la innovación llevada a cabo por las empresas productoras especialmente en términos de eficiencia energética, reducción de contaminación ambiental y en el uso de nueva tecnología, que le ha permitido una reducción en sus costos de producción y por ende poder adentrarse en mayor cantidad en el mercado a precios más bajos.

A pesar de este mayor incremento en la producción, las exportaciones corresponden sólo al 30% de la producción total debido fundamentalmente a los bajos niveles de productividad y calidad de las empresas proveedoras de piezas y partes, las cuales utilizan escasa tecnología, la carencia de especificaciones técnicas, espacios de producción y logística, así como falta de liquidez por poco acceso al financiamiento para capital de trabajo y activos. Estos problemas han generado que la provisión de partes y piezas sean más caras que en el extranjero y por ende un mayor costo en la producción. Sin



embargo de ello, los industriales de este sector indican que el componente nacional importado de piezas y partes es sólo del 40% y el restante 60% es de componente nacional.

## **1.7 Pasos para la elaboración de una refrigeradora completa<sup>5</sup>**

### **1. Corte de plancha**

En esta sección se inicia el proceso productivo. Luego de realizar el requerimiento de material (tool o chapa metálica) a la bodega de materiales y repuestos, es entregado en bobinas para proceder a desenrollarlas, enderezarlas y cortarlas mediante un grupo de máquinas conocidas como Tren de Desbobinado. Este proceso se realiza en frío lo que garantiza que no exista desprendimiento de viruta y además cuenta con un sistema de PLCs que permiten un corte exacto de todas las piezas.

### **2. Prensado Mayor**

Este centro de trabajo utiliza diferentes procesos de conformado mecánico tales como, embutido, troquelado o estampado; las piezas recortadas se colocan en una matriz y son transformadas de una plancha cortada a un cuerpo multiforme en base a la forma de la matriz.

### **3. Prensado Menor**

Las piezas elaboradas en Prensado mayor son sometidas a procesos de troquelado, perforado y doblado mediante matrices pequeñas, hasta obtener una pieza final.

### **4. Formación de Puertas**

Para formar las Puertas metálicas de un Refrigerador, se procede a ingresar las planchas cortadas en una serie de máquinas ubicadas en forma secuencial y por medio de matrices son dobladas, troqueladas y estampas, hasta obtener el resultado deseado.

---

<sup>5</sup> Indurama, Departamento de ingeniería Industrial, Archivos 2012



## **5. Pulido**

Dentro del proceso productivo se debe cumplir con normas de calidad, por lo que el proceso de pulido cumple este papel tan importante. El pulido es un tratamiento superficial mediante el cual se eliminan los filos cortantes y rebabas, hasta obtener una superficie más lisa o nivelada, además de mejorar el acabado superficial y mejorar el acabado final de cada una de las piezas.

## **6. Parrillas de Refrigeradoras**

Las Parrillas son fabricadas a partir de varillas redondas que resisten el contacto directo con la llama. El proceso inicia con el corte de la varilla, posteriormente pasa al proceso de formado, doblado, armado, soldado y por último se procede a pulirlas.

## **7. Cromado**

El cromado es un galvanizado, basado en la electrólisis, por medio del cual se deposita una fina capa de cromo metálico sobre las piezas metálicas para protegerla de la corrosión, mejorando su aspecto y sus prestaciones. Las piezas que pasan por estos procesos son generalmente pequeñas como: tornillos, bisagras, arandelas, tuercas, etc.

## **8. Fosfatizado**

Se realiza mediante la inmersión de piezas metálicas en varios tanques de manera secuencial, los mismos que contienen agua fría, agua caliente y desengrases. La finalidad de este proceso es proteger las piezas de la corrosión, tener un acabado uniforme y mejorar su brillo.

## **9. Decapado**

Tiene como objetivo eliminar los óxidos metálicos, grasas de lubricación, óxido de recocido y el óxido de las piezas para que queden químicamente limpias. Esta es una condición necesaria para un adecuado esmaltado o enlozado. El proceso requiere un estricto cumplimiento de normas y procedimientos que permiten controlar los tiempos de inmersión en cada tanque, así como la concentración de cada baño.



## **10. Pintura**

Las superficies a pintar deben estar perfectamente desengrasadas, limpias, libres de polvo, aceite, grasa, óxido o suciedad. La pintura utilizada se encuentra en polvo y se aplica mediante pistolas especiales dentro de una cabina de aspersión. Al pintar, las partículas de polvo de la pintura se cargan eléctricamente mientras el producto a pintar está conectado a tierra, como resultado se produce una atracción electrostática que permite al producto adherirle una película de polvo suficiente para recubrir toda la superficie de manera pareja y total.

## **11. Evaporadores**

Los Evaporadores para refrigeradoras son fabricados en diversos tamaños y con distintas características, dependiendo de la capacidad de enfriamiento requerida. El concepto de un evaporador no es más que un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, el otro se calienta aumentando su temperatura, pasando de su estado líquido original a estado de vapor.

## **12. Inyección**

La inyección de plásticos dispone de 3 Inyectores con capacidad de 600 a 800 gramos y 5 Inyectores de menor capacidad de 120 gramos, en los que se fabrica piezas plásticas como: Balcones, Soportes, Perillas de cocinas, bases de perilla, bujes, tuercas, ruedas, etc.

## **13. Termoformado**

En esta sección se procede a fabricar las partes plásticas internas de las Refrigeradoras, como son los gabinetes y las puertas.

## **14. Acabados Plásticos**

Se denomina así debido a que en esta sección se realiza todos los ajustes necesarios en las piezas plásticas (termoformadas) hasta obtener el acabado final, estos procesos son: Corte de filos, perforados, pulido y/o armados manuales.



### **15. Poliuretano**

Conocida con este nombre por ser el material que mayor incidencia tiene en el proceso “poliuretano”. Este material es un agente químico aislante que resulta de la mezcla de 2 sustancias químicas Polioli e Isocianato; Estos 2 productos son inyectados en las paredes internas del Refrigerador, con el objeto de lograr un adecuado aislamiento entre el producto y la temperatura del medio ambiente.

### **16. Serigrafía de refrigeradoras**

La serigrafía es una técnica de impresión empleada en el método de reproducción de imágenes sobre cualquier material, ya sean piezas metálicas o piezas plásticas, este proceso consiste en transferir una tinta a través de una malla tensada en un marco, el paso de la tinta se bloquea en las áreas donde no habrá imagen mediante una emulsión o barniz, quedando libre la zona donde pasará la tinta. El sistema de impresión es repetitivo, el proceso mismo sitúa la malla y hace pasar la tinta a través de ella, aplicándole una presión moderada con un rasero, generalmente caucho.

### **17. Ensamble de Refrigeradoras**

Está comprendida por una secuencia de operaciones que permiten colocar ordenadamente todas las piezas fabricadas en las secciones anteriores, posteriormente se procede a realizar la carga del Refrigerante, las pruebas en el Laboratorio y por último se realiza al empaque final del refrigerador.

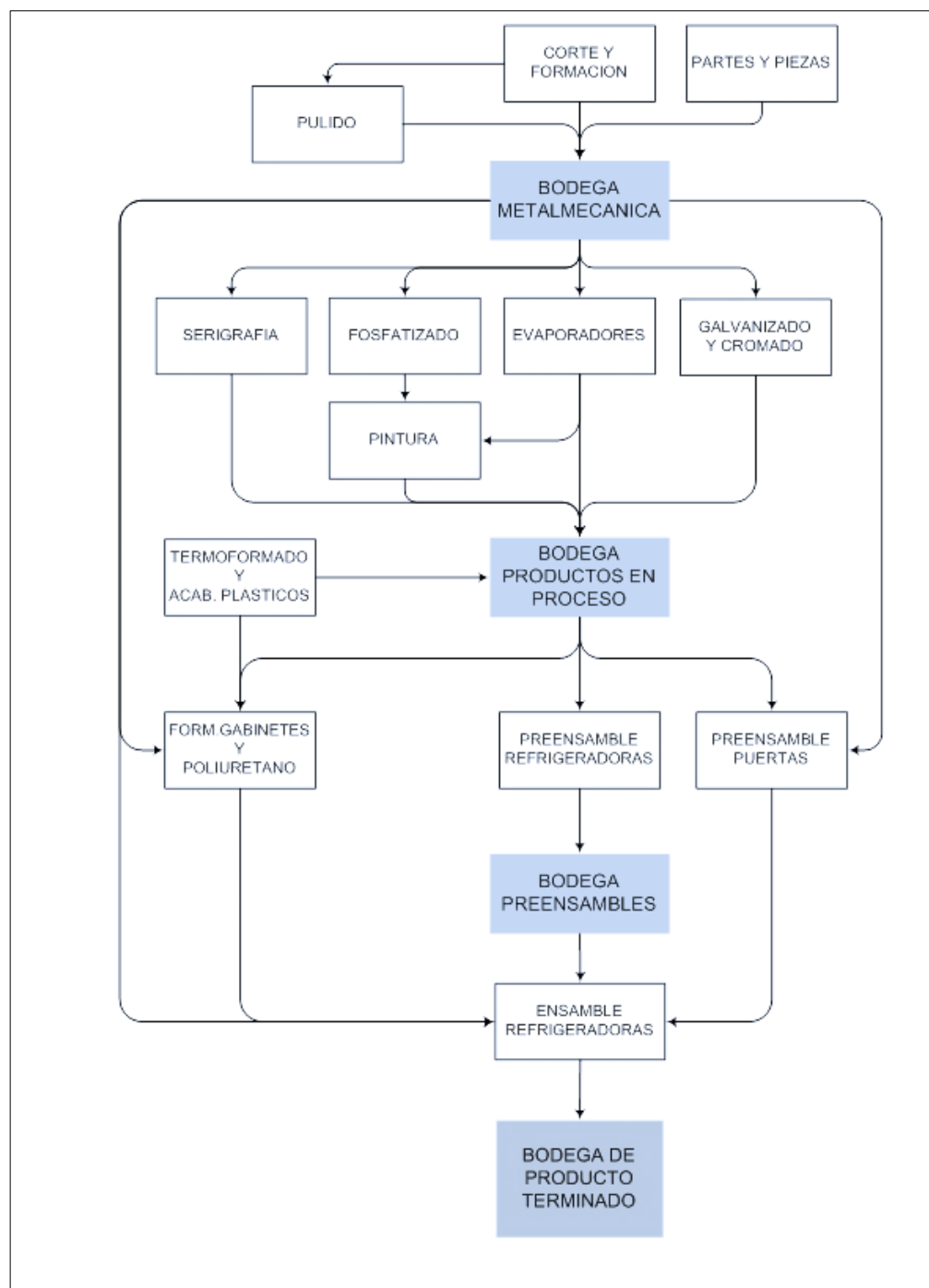
### **18. Bodega producto terminado**

Las refrigeradoras que han sido empacadas pasan por medio de una banda de rodillos a la Bodega de productos terminados para su almacenamiento. En esta Bodega los productos son colocados en bases de madera que permiten una adecuada preservación del embalaje de cartón así como una optimización del espacio cúbico de la Bodega, posteriormente son despachados en Furgones, Contenedores, Mulas o camiones hacia sus diferentes destinos: Exportación, Bodegas Regionales o directamente hacia los clientes.

### 1.7.1 Diagrama del proceso para la elaboración de una refrigeradora completa

El proceso que sigue para la elaboración de una refrigeradora completa se muestra a continuación:

GRÁFICO#3: Diagrama de proceso para la elaboración de una refrigeradora



Fuente: Indurama



# 2

MARCO TEÓRICO



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Introducción al Lean Manufacturing

**Lean Manufacturing se lo define como un proceso de cinco pasos:** Definir el valor del cliente, definir el flujo de valor, hacerlo fluir, tirarlo (*pull*) desde el final (cliente) y perseguir la excelencia. Para una producción *lean* se requiere una mentalidad que enfoque la realización del flujo de producto a través de procesos de valor añadido, sin interrupción (flujo pieza a pieza), con un sistema *pull* que avanza desde el final a partir de la demanda del cliente completando solo lo que la siguiente operación necesita o se ha llevado, en intervalos cortos, y en una cultura en que cada uno está continuamente persiguiendo la mejora.<sup>6</sup>

El sistema Lean, o Lean Manufacturing, está basado en su totalidad en el TPS (**Sistema de Fabricación de Toyota**). Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros responsables de Toyota, en los años 30, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas de modo que facilitaran tanto la continuidad en el flujo de material como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. Esto se hizo aún más necesario a finales de la 2ª Guerra Mundial, cuando surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos. El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de desperdicios (MUDA) en japonés, o WASTE (Desperdicio) en inglés, y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que sea necesario. Es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. Ni más, ni menos. Toyota llegó a la conclusión de que adaptando los equipos de fabricación a las necesidades de capacidad reales, la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (Poka-Yokes), la disposición de equipos siguiendo la secuencia de fabricación, innovando para conseguir cambios rápidos de modelo para que

---

<sup>6</sup> Jeffrey K. Liker, Las Claves del éxito de Toyota, 14 principios de Gestión del Fabricante, Pág.-36





cada equipo pudiera fabricar muchos lotes pequeños de distintas piezas, y haciendo que cada máquina avisara a la máquina anterior cuando necesitaba material (sistema pull), haría posible el fabricar con bajos costes, con una amplia variedad, alta calidad y con tiempos de proceso (lead times) muy rápidos para responder de manera efectiva y eficaz a las variaciones en las demandas de los clientes; e igualmente la gestión de la información se facilitaría y se haría más precisa.<sup>7</sup>

### **2.1.1 Características del Lean Manufacturing<sup>8</sup>**

El término "Lean" significa escaso, delgado, flaco, esbelto, aparece asociado a las carnes magras las que presentan ausencia de grasa.

Lean Manufacturing es eliminación de todas aquellas actividades que absorben recursos pero no crean valor: defectos, sobreproducción, inventario inmovilizado, esperas, movimientos de traslado, entre otros, en Japón se designan Mudas.

El sistema Lean Manufacturing persigue incansablemente la eliminación total de las actividades que sólo agregan costo a nuestro producto o servicio y que las sobredimensionan o "engordan" de diversas maneras.

El pensamiento Lean proporciona un método para crear valor a los procesos productivos; alinea las acciones productivas de acuerdo con una secuencia lógica y óptima; y lleva a cabo las actividades productivas de manera ininterrumpida; siempre busca la mejora continua de todo el proceso.

La aplicación de técnicas y conceptos asociados a esta línea de pensamiento se denominan Técnicas Lean y son:

5S, SMED (Cambio de herramienta en minutos), JIT (Justo a Tiempo), TPM (Mantenimiento Productivo Total), Poka Yoke, Kanban, Mapas de proceso, Jidoka, Andon, Kaizen y OEE (Eficiencia General de los Equipos), etc.

---

<sup>7</sup> <http://www.leanconsulting.es/leanconsulting/index.php?index=4>

<sup>8</sup> <http://www.monografias.com/trabajos82/lean-manufacturing-manufactura-esbelta/lean-manufacturing-manufactura-esbelta2.shtml>



Estas técnicas de mejoramiento permiten a las organizaciones eliminar paulatinamente sus mudas o despilfarros de una manera sencilla y con ello conseguir importantes beneficios a nivel de plazos de entrega, inventarios, productividad, uso de superficies y espacios, calidad de producto, mermas, mantenimiento, etc.

### **2.1.2 Aplicación del Lean Manufacturing<sup>9</sup>**

La aplicación de Lean Manufacturing es un tema que no se encuentra normalizado y no existe una única forma de aplicar las herramientas de Lean. Cada empresa posee sus propias características culturales dentro de las cuales se encuentran su personal, recursos, maquinarias, espacios físicos, desarrollo gerencial, visión, misión, etc. lo cual las hace únicas e inimitables. Muchos de los fracasos que tuvieron las empresas que copiaron el sistema Ford, y el sistema Toyota fue que no consideraron los aspectos culturales y el entorno particular que aplicaba a esas empresas.

El objetivo que persigue la transformación lean es:

- Eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (desperdicios en forma de producción excesiva y stocks).
- Introducir la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a una demanda fluctuante.

**Basándose en la experiencia desarrollada en otras empresas de manufactura, se proponen los siguientes pasos para la aplicación de la metodología "Lean Manufacturing":**

#### **Fase 1. Capacitación:**

Se basa, en realizar seminarios destinados al equipo humano de la empresa involucrado en la transformación del sistema productivo. Se incidirá

---

<sup>9</sup> <http://www.monografias.com/trabajos82/lean-manufacturing-manufactura-esbelta/lean-manufacturing-manufactura-esbelta2.shtml>



especialmente en los conceptos, métricas y herramientas del Lean Manufacturing.

### **Fase 2. Recolección de datos:**

Se basa, en realizar registros actuales de los distintos procesos operacionales involucrados en el sistema productivo.

- a) Ritmo de producción.** Análisis del tiempo real disponible en la planta, ajustado a distintas situaciones de demanda de los clientes en tipo de producto y volúmenes de producción y obtención de los correspondientes ritmos idóneos de trabajo.
- b) Toma de datos de las operaciones.** Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implementación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de estos datos. Los datos se referirán a operaciones, equipamientos productivos, tiempos, flujos y recursos utilizados.

### **Fase 3. Análisis de los datos:**

En esta fase se analizan los datos recopilados.

- a) Análisis de las operaciones.** Basado en la determinación de las operaciones de los procesos para los distintos componentes de los productos. Se incluirán todos los aspectos operativos, de calidad, de mantenimiento y de recursos humanos.
- b) Diagrama de precedencias.** Se identificarán exigencias de secuenciación de operaciones en los procesos, obteniendo las secuencias posibles y las atribuciones de valor de las operaciones.
- c) Diagrama de flujo.** Incluirá las secuencias de operaciones de productos y componentes, agrupados por familias en un flujo que ha de conducir al cliente de la forma más regular y constante posible.



- d) **Mapa de la cadena de valor (Value Stream Map).** Cuyo objetivo es crear una fuente de información global, visualizada a través del flujo de producto, materiales e información.
- e) **Identificación de los desperdicios (Muda)** Como conclusión del análisis de los datos y las operaciones y apoyándose en el Value Stream Map, se identificarán los focos de desperdicio en las actividades de los procesos y un plan para su eliminación o minimización. Ello permitirá asimismo, establecer las prioridades en la mejora continua.

#### **Fase 4. Estudio:**

- a) **Análisis del nivel de calidad asegurada tras la eliminación de los desperdicios.** Se desarrolla un plan para el aseguramiento de la calidad en los procesos.
- b) **Análisis de la disponibilidad, fiabilidad y eficiencia de los equipos productivos.** Se desarrolla un plan para garantizar el correcto funcionamiento y mejora el tiempo de parada.
- c) **Definición y diseño de la distribución en planta (layout)**  
Se efectuará constituyendo tres niveles: layout general, layout de cada proceso y layout de cada operación de cada proceso. Se determinarán las posiciones de las estaciones de trabajo, la posición de trabajo de los operarios y el recorrido de materiales y personas.
- d) **Descripción de las tareas por puesto de trabajo.** Con la asignación de las tareas a cada trabajador y la determinación de las actividades con valor añadido y sin él, las esperas y los desplazamientos.
- e) **Balance de operaciones.** Basado en el análisis de las capacidades de operación para cada etapa de cada proceso. Se tratará de ajustar la capacidad productiva a la demanda, determinando los recursos necesarios. Se priorizará la mejora en los cuellos de botella y en operaciones con más desperdicios.



- f) **Balance de puestos de trabajo.** Basado en el análisis de la capacidad de cada puesto, de acuerdo con las tareas asignadas, tratándose de ajustar los recursos necesarios para que pueda operar. Se priorizará la mejora de los puestos con tareas que incluyan más esperas, desplazamientos y desperdicios en general.

**Fase 5. Evaluación de los resultados esperados:**

- a) **Definición de las condiciones de trabajo.** Determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción, de acuerdo con la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, materiales en proceso, tiempo de proceso total o lead time, espacio ocupado y, desde luego, productividad. Es indispensable que se den las condiciones que aseguren el flujo regular y los tiempos (calidad, mantenimiento y formación del personal)
- b) **Flujos de materiales, trabajadores, elementos de transporte e información.** Determinación gráfica de las distintas soluciones a través de los correspondientes flujos, con aplicación de soluciones visuales tales como: etiquetas kanban, contenedores de los procesos, señalización visual de etapas y proceso en planta. Se asignarán espacios para stock, almacenes, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento. Se definirán, asimismo, las cantidades y capacidades de los medios de transporte de materiales y productos; y los tiempos de materiales detenidos.



## **Fase 6. Optimización:**

En la medida de lo necesario, en esta etapa se optimizará el diseño global de la planta, su implantación y el desarrollo de la producción, por medio de un simulador informático estándar. La simulación de procesos permitirá un análisis técnico de la globalidad del conjunto de procesos de la planta. Como resultado se obtendrán los valores optimizados de los parámetros del sistema productivo, para las distintas opciones de su implementación; asimismo, se obtendrán vídeos del desarrollo (simulado) de la producción, que permitirán observar, de forma visual, la ejecución de los procesos.

El uso de la herramienta de simulación, permitirá comprobar cada una de las opciones a implementar y una mejor comprensión del sistema a estudiar. La simulación será especialmente indicada para procesos con un elevado número de recursos (trabajadores, máquinas, mesas de trabajo, grúas y elementos de transporte y mantención, etc.) que deberán ser compartidos.

Asimismo, la simulación estará indicada cuando el número de productos y/o referencias sea elevado y compartan los mismos recursos y espacios.

## **Fase 7. Puesta en marcha: Introducción por medio de reuniones de trabajo o workshops:**

La nueva implementación se someterá fase a fase mediante grupos de trabajo, del equipo de proyecto con los responsables de las áreas involucradas de la empresa.

En cada reunión o workshop de este grupo se planteará la propuesta derivada del estudio anterior para una fase de la implementación, se expondrá y se debatirá en grupo, para acordar la forma en que se llevará a cabo la implementación definitiva.

Finalmente, y sin apartarse de los principios lean, se propone validar el nuevo proceso mejorado con herramientas de simulación.



### **2.1.3 Beneficios al aplicar la metodología Lean Manufacturing**

#### **1) Reducción de los costos de producción**

Al ejecutar nivelados de producción, ésta se puede ajustar a través de la programación en forma más eficiente, evitando los cuellos de botella, tiempos muertos de maquinaria sin utilizarla al máximo rendimiento permitido y mano de obra ociosa.

#### **2) Reducción de inventarios.**

Comprar las materias primas en la cantidad que se necesita por cada orden de producción, además, de tener proveedores estratégicos que entregan los pedidos de material en la medida que se va utilizando en producción, permite mantener inventarios bajos.

#### **3) Reducción de tiempos de entrega.**

Se reducen los tiempos de entrega ya que se produce a pedido y al estar mejor planificada la producción permite cumplir con los tiempos comprometidos.

#### **4) Mejor calidad.**

Se disminuye considerablemente la merma y el producto va siendo controlado en línea y no al final del proceso. Cada operario es un control de calidad, con lo cual se tiene la certeza que el producto que se fabrica cumple con las especificaciones técnicas requeridas.

#### **5) Menor mano de obra.**

Permite tener dotaciones de personal polifuncional, es decir, personal capacitado en más de una función como por ejemplo un empleado participando en las actividades de mantención, producción y calidad.



#### **6) Mayor eficiencia de equipo.**

El control que se desarrolla a las máquinas y equipos en cuanto a rendimiento, mantenimiento y tasas de calidad, permiten mantener un alto nivel de eficiencia productiva.

#### **7) Disminución de los desperdicios.**

La aplicación de Lean permite visualizar todos los puntos de la empresa donde existen ineficiencias lo cual permite detectar costos y gastos ocultos.

#### **8) Disminución de la sobreproducción.**

Se produce solo lo que los clientes necesitan y en las cantidades que ellos los requieren.

#### **9) Optimización del transporte y de los movimientos**

Al existir una producción planificada permite que las actividades de distribución y despacho actúen en forma coordinada, optimando los despachos y las rutas de transporte.



## 2.2 Descripción de las herramientas Lean

### 2.2.1 5'S<sup>10</sup>

GRÁFICO# 4 Cinco Eses 5'S



Fuente: [www.paritarios.com](http://www.paritarios.com)

### Las Iniciales de las 5'S

#### JAPONES

#### ESPAÑOL

Seiri	Clasificación y Descarte
Seiton	Organización
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Higiene y Visualización
Shitsuke	Disciplina y Compromiso

#### Definición:

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos.

<sup>10</sup> [http://www.paritarios.cl/especial\\_las\\_5s.htm](http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm)



Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados acorto plazo.

Resultado de Aplicación de las 5'S

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que:

Al aplicar las 3 primeras S se puede obtener:

1. Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
2. Reducción del 70% del número de accidentes.
3. Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
4. Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas.

### **La 1era S: Seiri (Clasificación y Descarte)**

Significa separar las cosas necesarias y las que no la son manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.

Ventajas de Clasificación y Descarte:

- Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.
- Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas.
- Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

Para Poner en práctica la 1ra S debemos hacernos las siguientes preguntas:

- ¿Qué debemos tirar?
- ¿Qué debe ser guardado?
- ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?
- ¿Qué deberíamos reparar?
- ¿Qué debemos vender?

Otra buena práctica sería, colocar en un lugar determinado todo aquello que va ser descartado. Y el último punto importante es el de la clasificación de residuos. Generamos residuos de muy diversa naturales: papel, plásticos, metales, etc. Otro compromiso es con el medio ambiente ya que nadie desea vivir en una zona contaminada.

Debe analizar por un momento su lugar de trabajo, y responda a las preguntas sobre Clasificación y Descarte:

- ¿Qué podemos tirar?
- ¿Qué debe ser guardado?
- ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?
- ¿Qué deberíamos reparar?
- ¿Qué podemos vender?



## SEITON (Organización) La 2da S

La organización es el estudio de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevo.

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

1. Menor necesidad de controles de stock y producción.
2. Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
3. Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
4. Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.
5. Aumenta el retorno de capital.
6. Aumenta la productividad de las máquinas y personas.
7. Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

Para tener claros los criterios de colocación de cada cosa en su lugar adecuado, responderemos las siguientes preguntas:

- ¿Es posible reducir el stock?
- ¿Esto es necesario que esté a mano?
- ¿Todos llamaremos a esto con el mismo nombre?
- ¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?

Y por último hay que tener en claro que:



1. Todas las cosas han de tener un nombre, y todos deben conocerlo.
2. Todas las cosas deben tener espacio definido para su almacenamiento o colocación, indicado con exactitud y conocido también por todos.

Debe analizar el lugar de trabajo y responder las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera podemos reducir la cantidad que tenemos?
- ¿Qué cosas realmente no es necesario tener a la mano?
- ¿Qué objetos suelen recibir más de un nombre por parte de mis compañeros?
- Fíjese en un par de cosas necesarias ¿Cuál es el mejor lugar para ellas?

### **SEISO (Limpieza): La 3era S**

La limpieza la debemos hacer todos. Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada.

Un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y además:

1. Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer cosas dos veces
2. Facilita la venta del producto.
3. Evita pérdidas y daños materiales y productos.
4. Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.



Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos
2. Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
3. No debe tirarse nada al suelo
4. No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar a las visitas sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total

Debe analizar el lugar de trabajo y responder las siguientes preguntas sobre Limpieza:

- ¿Cree que realmente puede considerarse como “Limpio”?
- ¿Cómo cree que podría mantenerlo Limpio siempre?
- ¿Qué utensilios, tiempo o recursos necesitaría para ello?
- ¿Qué cree que mejoraría el grado de Limpieza?

### **SEIKETSU (Higiene y Visualización). La 4ta S**

Esta S envuelve ambos significados: Higiene y visualización. La higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia. En un ambiente Limpio siempre habrá seguridad. Quien no cuida bien de sí mismo no puede hacer o vender productos o servicios de Calidad.

Una técnica muy usada es el “visual management”, o gestión visual. Esta Técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente. Consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.



Una variación mejor y más moderna es el “colour management” o gestión por colores. Ese mismo grupo en vez de tomar notas sobre la situación, coloca una serie de tarjetas, rojas en aquellas zonas que necesitan mejorar y verdes en zonas especialmente cuidadas.

Normalmente las empresas que aplican estos códigos de colores nunca tienen tarjetas rojas, porque en cuanto se coloca una, el trabajador responsable de esa área soluciona rápidamente el problema para poder quitarla.

Las ventajas de uso de la 4ta S

1. Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
2. Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
3. Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
4. Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

Recursos visibles en el establecimiento de la 4ta. S:

1. Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
2. Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
3. Avisos de mantenimiento preventivo.
4. Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
5. Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
6. Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Hay que recordar que estos avisos y recordatorios:

- Deben ser visibles a cierta distancia.
- Deben colocarse en los sitios adecuados.
- Deben ser claros, objetivos y de rápido entendimiento.
- Deben contribuir a la creación de un local de trabajo motivador y confortable.



Debe analizar su lugar de trabajo y responda las preguntas sobre Higiene y visualización:

- ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que faltan?
- ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
- En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?
- En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?

### **SHITSUKE (Compromiso y Disciplina): la 5ta S**

Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Mediante el entrenamiento y la formación para todos (¿Qué queremos hacer?) y la puesta en práctica de estos conceptos (¡Vamos hacerlo!), es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

En suma se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más de nuestros quehaceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción.

#### **2.2.2 Trabajo Estandarizado <sup>11</sup>**

Trabajo estándar tiene su fundamento en la estandarización. Propiciar los medios por los cuales, las operaciones de manufactura se realicen siempre de una misma forma. Crear procesos estándar, consistentes y predecibles es un factor que propiciará el control y posterior mejora de los procesos.

---

<sup>11</sup> <http://www.leanmdc.com/trabajo.html>





Los primeros intentos por estandarizar las operaciones de manufactura, provienen de la utilización de instrucciones de trabajo. Con el paso del tiempo se han incorporado nuevos elementos que hacen posible lograr una estandarización provechosa. Estos elementos son:

- ☐ El Tiempo Takt (TT)
- ☐ Secuencia de operaciones estándar
- ☐ Inventario en proceso (WIP)

Se han incluido también formatos de análisis de las operaciones que nos facilitarán la estabilidad y consistencia de las operaciones:

- ☐ Hoja de medición de tiempos
- ☐ Hoja de cálculo de capacidad de proceso
- ☐ Tabla combinada de operación

### 2.2.3 Fábricas visuales <sup>12</sup>

También llamado Fábrica Visual o Gerencia Visual – Es un concepto básico de la manufactura esbelta. De hecho, junto con las prácticas tales como 5S y trabajo estándar, lugar de trabajo visual es uno de los elementos principales para el éxito de las iniciativas lean.

Puede decirse que un lugar de trabajo visual es el pilar en una transformación lean o de adelgazamiento de procesos, ya que asegura que las mejoras llevadas a cabo en el lugar de trabajo sigan claramente visibles, fácilmente entendidas y adheridas adecuadamente por y para cada uno a lo largo del proceso Kaizen.

Una Fábrica Visual es un ambiente donde la información crítica se plasma en el ambiente físico, eliminando el gran déficit de información que reprime la productividad y creatividad. Estos visuales sirven para:

---

<sup>12</sup> <http://www.bradylatinamerica.com>



- **Guiar acciones**, proporcionando instrucciones fáciles de entender con respecto a qué hacer, cuándo y cómo hacerlo.
- **Detectar anomalías en productos, equipo, procesos** – directo de la fuente y a simple vista.
- **Proporcionar retroalimentación** del desempeño para que los trabajadores sepan en tiempo real dónde se encuentran en relación a sus metas y expectativas.
- **Facilitar un cambio en la cultura y el alineamiento de acciones** en todos los niveles de la organización con niveles de metas más altos.

#### 2.2.4 Kaizen <sup>13</sup>

El significado de la palabra **Kaizen** es mejoramiento continuo y esta filosofía se compone de varios pasos que nos permiten analizar variables críticas del proceso de producción y buscar su mejora en forma diaria con la ayuda de equipos multidisciplinarios. Esta filosofía lo que pretende es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias.

Al hacer **Kaizen** los trabajadores van ir mejorando los estándares de la empresa y al hacerlo podrán llegar a tener estándares de muy alto nivel y alcanzar los objetivos de la empresa. Es por esto que es importante que los estándares nuevos creados por mejoras o modificaciones sean analizados y contemplen siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa. Su origen es japonés como consecuencia de la segunda Guerra Mundial, por lo que el Dr. William Edwards Deming introduce nueva metodología para mejorar el sistema empresarial.

El **Kaizen** utiliza el **Círculo de Deming** como herramienta para la mejora continua. Este círculo de Deming también se le llama PDCA por sus siglas en inglés:

---

<sup>13</sup> <http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>



- a) Plan (Planear): en esta fase el equipo pone su meta, analiza el problema y define el plan de acción
- b) Do (Hacer): Una vez que tienen el plan de acción este se ejecuta y se registra.
- c) Check (Verificar): Luego de cierto tiempo se analiza el resultado obtenido.
- d) Act (Actuar): Una vez que se tienen los resultados se decide si se requiere alguna modificación para mejorar.

### 2.2.5 Smed <sup>14</sup>

Se ha definido el SMED (cambio de herramienta en minutos) como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio en menos de 10 minutos.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (justo a tiempo), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño. En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de utillaje, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio. El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos. Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de costes. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

---

<sup>14</sup> [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/SMED/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/SMED/)



### 2.2.6 Kanban <sup>15</sup>

KANBAN se define como "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente". Significa en japonés: 'etiqueta de instrucción'. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

Cuenta con dos funciones principales: control de la producción y mejora de procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT. La función de mejora continua de los procesos se entiende por la facilitación de mejora en las diferentes actividades, así como la eliminación del desperdicio, reducción de set-up, organización del área de trabajo, mantenimiento preventivo y productivo, etc.

#### **Se enfoca en la producción:**

- 1.-Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- 2.-Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- 3.- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

#### **Y en movimiento de materiales:**

- 1.- Eliminación de sobreproducción.
- 2.- Prioridad en la producción, el KANBAN con más importancia se pone primero que los demás.
- 3.- Se facilita el control de material.

---

<sup>15</sup> <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kanbanuch.htm>



### 2.2.7 Poka Yoke <sup>16</sup>

Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta herramienta es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o de máquina. Se implanta también para facilitar la detección de errores.

Las operaciones de fabricación en las que puede haber mecanizados o ensamblajes a veces simples pero muy repetitivos, el riesgo de cometer errores puede ser muy alto independientemente de la complejidad de las operaciones. Los “Poka-Yokes” ayudan a minimizar ese riesgo con medidas generalmente sencillas.

El Poka-Yoke puede diseñarse para controlar los errores o para advertir sobre ellos:

#### 1- Función de control:

Se ha diseñado el Poka-Yoke para impedir que el error se consume. En este paso se busca la utilización de formas o colores que diferencien como deben realizarse los procesos o como deben encajar la piezas.

#### 2- Función de advertencia:

En este caso el error puede llegar a producirse, pero el dispositivo reacciona cuando va a tener lugar para advertir al operario del riesgo. Por ejemplo, mediante barreras fotoeléctricas, sensores de presión, etc.

Los **tipos** de Poka-Yoke pueden ser:

- Un diseño que sólo permita conectarlo de la forma correcta. Si lo intentas encajar al revés las piezas no encajan.
- Códigos de colores. Por ejemplo en los conectores de los ordenadores, cada tipo de conexión tiene un color diferente.

---

<sup>16</sup> <http://www.pdcahome.com/poka-yoke>



Las **ventajas** usar un sistema Poka-Yoke son las siguientes:

- Se minimiza el riesgo de cometer errores y generar defectos.
- El operario puede centrarse en operaciones que añaden valor, en lugar de dedicar esfuerzo a comprobaciones para la prevención de errores o a la subsanación de los mismos.
- Implantar un Poka-Yoke supone mejorar la calidad actuando sobre la fuente del defecto, en lugar de sobre controles posteriores.
- Se caracterizan por ser simples y económicos.

El Poka-Yoke tiene como misión apoyar al trabajador en sus funciones. En el caso en que el dispositivo forme parte del funcionamiento de una máquina, es decir, que sea la máquina la que reaccione o se sirva del dispositivo anterior, estaremos hablando de otro concepto similar: “jidoka” (automatización “con un toque humano”).

### 2.2.8 TPM<sup>17</sup>

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

---

<sup>17</sup>[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/tpmmantenimientoproductivototal/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/tpmmantenimientoproductivototal/)



El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM (Gestión de la calidad Total). La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad en base a la inspección del producto. Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión contraria a cuanto hemos mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en “la primera”.

Así entre los sistemas sobre los cuales se basa la aplicación del Kaizen, se encuentra en un sitio especial el TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene la práctica del Kaizen que es el sistema “Just in Time”.

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

## 2.3 Los desperdicios MUDA <sup>18</sup>

### 1. Sobreproducción

Este desperdicio se manifiesta cada vez que la producción no responde a la demanda, es decir, supone producir productos para los que no hay una necesidad por parte del cliente. Equivale a decir que la sobreproducción es el peor de todos los desperdicios citados ya que a menudo genera de otros (transporte, movimientos, inventarios adicionales).

Causa: Producir por encima de lo requerido por el cliente, produciendo material innecesario.

Causas	Efectos
Procesos inoperantes	Exceso de stocks
Sistema “Por si acaso”	Exceso de mano de obra
Falta de comunicación	Exceso de equipos
Automatización en los lugares incorrectos	Excesiva capacidad
Tiempos de cambios largos	Lotes de producción grandes
Falta de planificación	Lotes de seguridad

### 2. Tiempo de esperas

Son esperas de tiempo al recibir materiales, instrucciones de trabajo, órdenes de fabricación, inspecciones, que hacen que las personas y/o las máquinas estén paradas. Causa: Retrasos y tiempos muertos del personal o la máquina (tiempo añadido innecesario).

Causas	Efectos
Métodos de trabajo no estandarizados	Proceso desequilibrados
Poca disciplina en la tareas	Paros por falta de material
Escasa eficacia Máquina/Hombre	Paros por averías
Mantenimiento solo correctivo	Esperar al turno entrante
No delegar responsabilidades	Informaciones que no llegan

<sup>18</sup> <http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/>



### 3. Transporte

Corresponde a todos aquellos movimientos innecesarios para apilar, acumular, desplazar materiales. Por ejemplo, desplazamientos de un operario a buscar material para procesarlo. Causa: Transporte múltiple e innecesario o retrasos en la manipulación del material

Causas	Efectos
Elaboración de lotes grandes	Exceso de desplazamientos de material y carretillas
Previsiones cliente variables	Múltiples áreas de almacenado y manipulación de material
Falta de organización en el lugar de trabajo	Almacén muy grande y movimientos para acumular o desplazar materiales
Mala gestión en un cambio de referencia	Falta de comunicación Almacenado sin identificar Distribución de documentación innecesaria

### 4. Proceso

Se incluyen aquellos procesos ineficientes o inútiles pero que a menudo son aceptados como imprescindibles.

Causa: Etapas de proceso innecesarias, o procedimientos, o elementos de trabajo que no añaden valor al producto.

Causas	Efectos
Cambios de ingeniería sin cambios de proceso	Cuellos de botella incontrolados
Uso inapropiado de nuevas tecnologías	Operaciones del proceso inadecuadas
Toma de decisiones en niveles inapropiados	Falta de especificaciones claras del cliente
Uso de procedimientos ineficaces	Aprobaciones excesivas
Formación inadecuada	Información excesiva

## 5. Inventario o existencias

Constituyen un conjunto de materiales o productos que se almacenan sin una necesidad inmediata. Causa: Almacenamiento o compra innecesaria de materia prima, semielaborado o producto acabado sin un uso inmediato.

Causas	Efectos
No producir en flujo continuo	LIFO en lugar de FIFO
Proveedores sin capacidad	Trabajos excesivos y almacenamiento innecesario
Largos tiempos de cambio	Dificultad para cambios de ingeniería. Trabajo en curso elevado
“Por si acaso”	Áreas de almacenamiento fuera de célula

## 6. Movimiento

Son movimientos improductivos, que no aportan valor al proceso; demasiado lentos o demasiado rápidos. También son posiciones o acciones innecesarias o incómodas para los trabajadores. Causa: Acciones de equipos o de personas que no añaden valor al producto.

Causas	Efectos
Falta de coordinación	Máquinas y materiales muy alejados
Falta de organización en el lugar de trabajo	Buscar herramientas
Procesos sin optimizar	Exceso de movimientos
Lotes grandes de fabricación	Desplazamiento de carros entre equipos
Falta de formación	Confundir el movimiento con el trabajo

## 7. Defectos

Se asocia a los costes que suponen estos defectos en el producto o el servicio: inspecciones, reparaciones, defectos, etc. Por ejemplo, en un hotel asignar una habitación para fumadores a un “no fumador” que había avisado de su condición al hacer la reserva. Causa: Producir piezas de rechazo o que requieran reparación.



Causas	Efectos
Procesos inadecuados	Trabajos y reparaciones
Excesiva variación	Inspecciones adicionales
Proveedores inadecuados	Entregas no realizadas
	Defectos de calidad
Errores de verificación	Quejas de cliente
Gestión incorrecta	Reclamaciones de proveedor

## 8. Recursos Humanos

Se asocia con la asignación de tareas a personas que bien no están capacitadas para su desempeño, o bien tienen una capacitación muy superior.

Causa: Asignar tareas a personas que no tengan las competencias (aptitud o actitud) adecuadas para desempeñarlas. No desarrollar o implementar ideas o sugerencias, no adecuar las competencias a las necesidades de los puestos de trabajo.

Causas	Efectos
Falta de información hacia los empleados	Desmotivación, desconfianza de los empleados
Falta de formación	Desconfiar de los sistemas de mejora
Falta de motivación de los empleados	Desperdiciar posibles beneficios
Falta de atención a los empleados	Desaprovechar los recursos

## 2.4 Proyecto de Mapeo del Flujo de Valor

### 2.4.1 Creación del equipo

En este primer paso se precisa relacionarse con la persona idónea de la empresa la cual posea la suficiente potestad de tomar decisiones, que luego de dar visto bueno para la ejecución del proyecto; designa a las personas que apoyaran el proyecto durante toda la implementación. De esta forma entonces se procede a designar un equipo de trabajo el cual estará formado por un mínimo de tres personas y un máximo de siete.

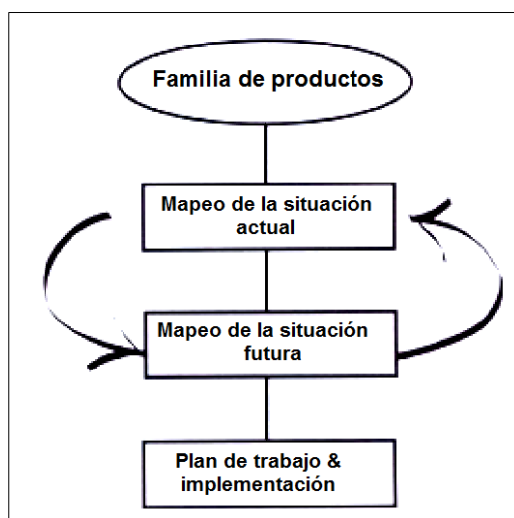
## 2.4.2 Formación del equipo

Estos equipos deberán ser integrados por miembros de varios departamentos de nivel operativo, lo cual significa que serán formados por personal de distintas especialidades, se elegirán al azar, esto tiene los siguientes objetivos: La integración del personal, Brindar una visión panorámica de la situación de la empresa, Detectar problemas y formularlos de una manera detallada, ya que se analizarán desde distintos puntos de vista, también se elegirá un líder de cada grupo, que coordinará las actividades que le sean asignadas por otro equipo que se formará con los gerentes de la organización, que recogerán las observaciones de los equipos, determinaran planes de acción con la alta dirección, evaluarán relaciones de costo-beneficio, etc.

## 2.4.3 Mapeo de Flujo de Valor

### 2.4.3.1 Etapas del mapeo del Flujo de Valor

GRÁFICO#5 Etapas del Mapeo de Flujo de Valor



Fuente: Mike Rother and Jhon Shook, Learning to see



### 2.4.3.2 Elección de la familia de productos <sup>19</sup>

Es necesario focalizar el proceso de mapeado en una única familia de productos, graficar todas las referencias que se producen en la planta resulta complicado y no conduce a desarrollar de manera adecuada las pautas de la Producción Ajustada. Como familia de producto se podría definir a los productos que comparten pasos similares de proceso en equipos comunes y tienen aproximadamente la misma carga de trabajo, no necesariamente son productos que se vendan a un cliente en específico. La búsqueda de familia de productos puede no resultar una tarea fácil a simple vista, sobre todo en casos de plantas fabriles funcionales. Se han desarrollado y se siguen desarrollando algoritmos y métodos para la asignación de familias, dichos métodos han sido desplegados para dirigir el rediseño de las distribuciones en plantas funcionales u orientadas al proceso a distribuciones orientadas al flujo de productos.

Así pues, existe una gran variedad de dichas técnicas de ayuda para la identificación de posibles familias de productos, pero resultan bastante complicadas de aplicar, y son poco conocidas y empleadas. Por suerte, en los casos prácticos reales, no suele haber necesidad de valerse de técnicas demasiado sofisticadas.

Si la mezcla de productos se complica puedes crear una matriz con los pasos de montaje y equipamiento en él un eje, y sus productos en el otro eje. (Ver gráfico #6)

---

<sup>19</sup> Learning to see Value stream mapping to add value and eliminate muda by Mike Rother and Jhon Shook.  
Foreword by Womack and Dan Jones.

### GRÁFICO#6 Elección de la familia de productos

	Operaciones y maquinarias							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X	
	B	X	X	X	X	X	X	
	C	X	X	X		X	X	X
	D		X	X	X			X
	E		X	X	X		X	X
	F	X		X		X	X	X
	G	X		X		X	X	X

Fuente: Mike Rother and Jhon Shook, Learning to see

#### 2.4.3.3 Mapa de la Realidad Actual <sup>20</sup>

Es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo de la información y de los materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso, para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas, VSM (mapa de la cadena de valor) es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

El VSM está compuesto de íconos y símbolos simples y que describen principalmente 2 tipos de flujo: El flujo de información (planeación), que comprende las actividades realizadas desde que el cliente realiza la orden hasta que una orden de trabajo o producción es generada. El otro flujo es el de materiales (fabricación), en el que se tienen en cuenta todos los procesos necesarios para producir el bien, hasta que es entregado al cliente. (Ver gráfico #7 y 8).

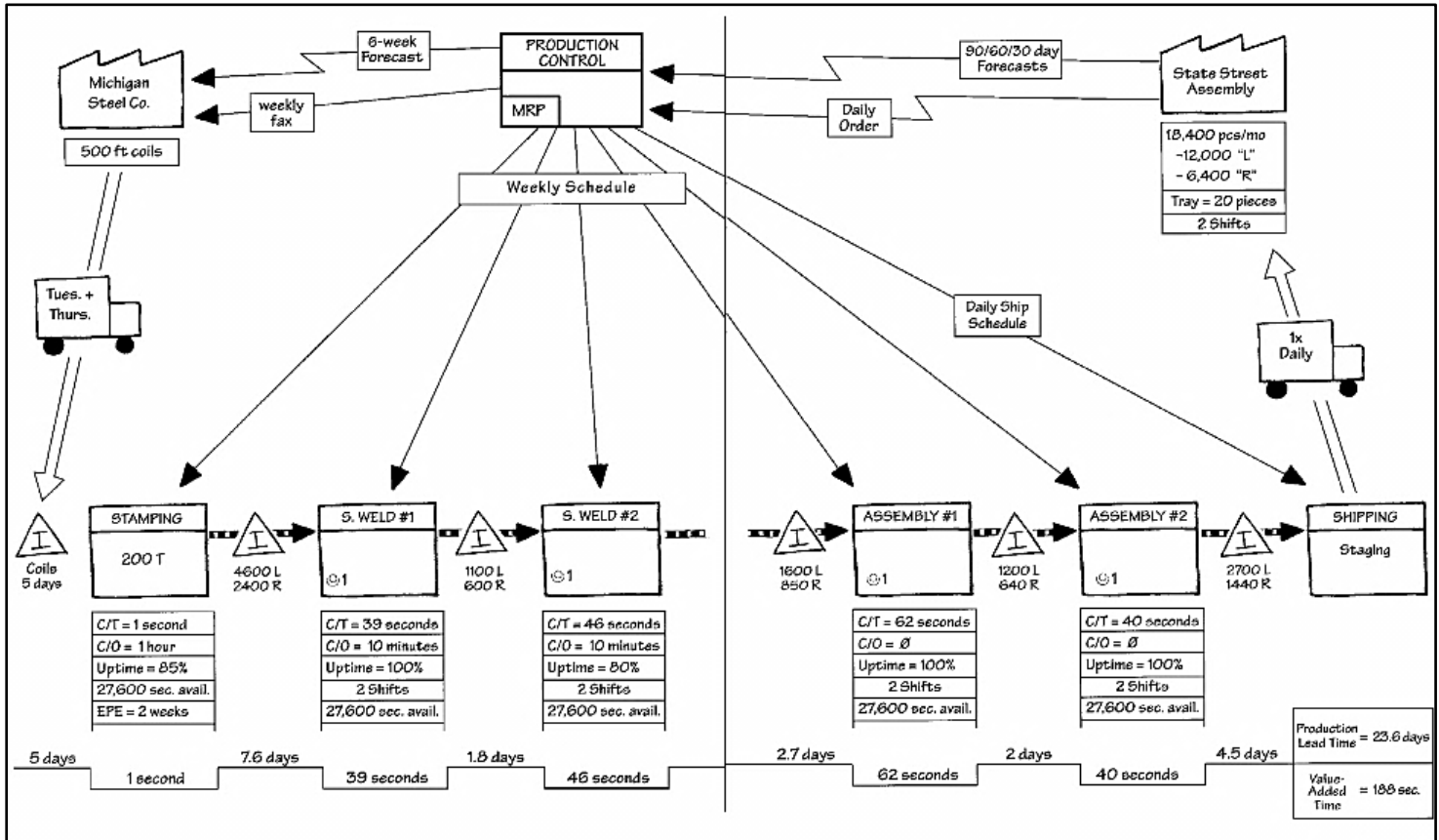
<sup>20</sup> <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm>



A cada una de las operaciones o procesos se le asignan indicadores o medidas de desempeño que permitan conocer y visualizar el estado actual del proceso y que generalmente son: tiempo de ciclo, tiempo de alistamiento y cambio de referencia, número de operadores por equipo, porcentaje de rechazos, disponibilidad del equipo, tiempo de paradas, eficiencia, entre otros.

- ✓ **Tiempo de ciclo (T/C)**, del inicio al fin del proceso por cada ítem o pieza completa.
- ✓  $T/C = T/O$  (tiempo del operador) +  $T/M$  (tiempo de la máquina).
- ✓ **Lead Time (L/T)**: Tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa.
- ✓ **Setup (C/O)**: Tiempo de preparación en el centro de trabajo
- ✓ **Uph Std**: Unidades por hora estándar
- ✓ **Uph Real**: Unidades por hora Reales
- ✓ **Upd**: Unidades por día
- ✓ **Horas de Trabajo Diario**: Turnos
- ✓ **Uptime**: Tiempo disponible de un equipo
- ✓ **MRP**: Planeación de Requerimientos de Materiales.
- ✓ **Takt Time (TT)**, se calcula dividiendo el tiempo de producción por turno entre la cantidad de piezas a producir por turno.

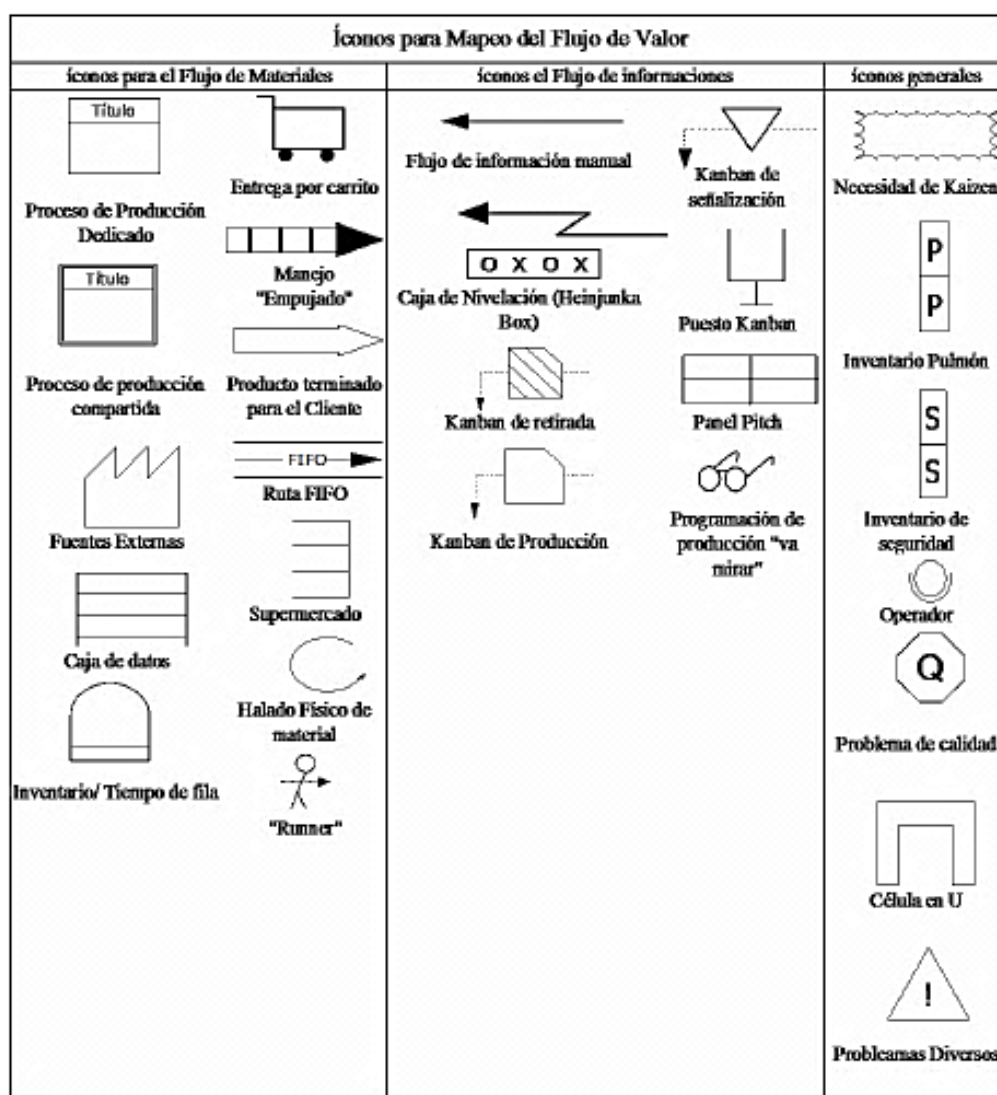
GRÁFICO#7 Ejemplo de Mapa de Flujo de Valor Actual



Fuente: Mike Rother and John Shook, Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda, Edición 1999



GRÁFICO#8 Iconos para los mapas de Flujo de Valor



Fuente: Qualiplus Consultoría

#### 2.4.3.4 Mapa de Realidad Futura<sup>21</sup>

Este paso es probablemente el más complicado de todos ya que requiere de conocimientos en las herramientas Lean (Kanban, SMED, Kaizen, etc.) En esta etapa se debe establecer como funcionara el proceso en un plazo corto, se debe analizar y responder las preguntas ¿qué procesos se integran?, ¿cuantos

<sup>21</sup> <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm>



operarios requiere la línea?, ¿cuántos equipos?, ¿qué espacio? y ¿cuánto el stock en proceso?

El propósito del VSM (Mapa de flujo de valor) es resaltar las fuentes de desperdicios, por eso la implementación de un estado futuro debe hacerse en un periodo corto de tiempo, la meta es construir procesos que estén vinculados con los clientes, trabajando al Takt time, en flujo continuo y jalados por el cliente (Pull). Para iniciar el diseño de un estado futuro se debe tratar de implementar balancear la línea, implementar flujo en una pieza, hacer supermercados al final de la línea de producción y en lo posible implementar Kanban para acoplar los procesos. Para llegar al estado futuro, se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción, hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro, una vez alcanzado este estado, se inicia el proceso nuevamente para alcanzar la excelencia operacional que tantas empresas persiguen a diario. (Ver gráfico #9)

#### **2.4.3.5 Implementación y Evaluación<sup>22</sup>**

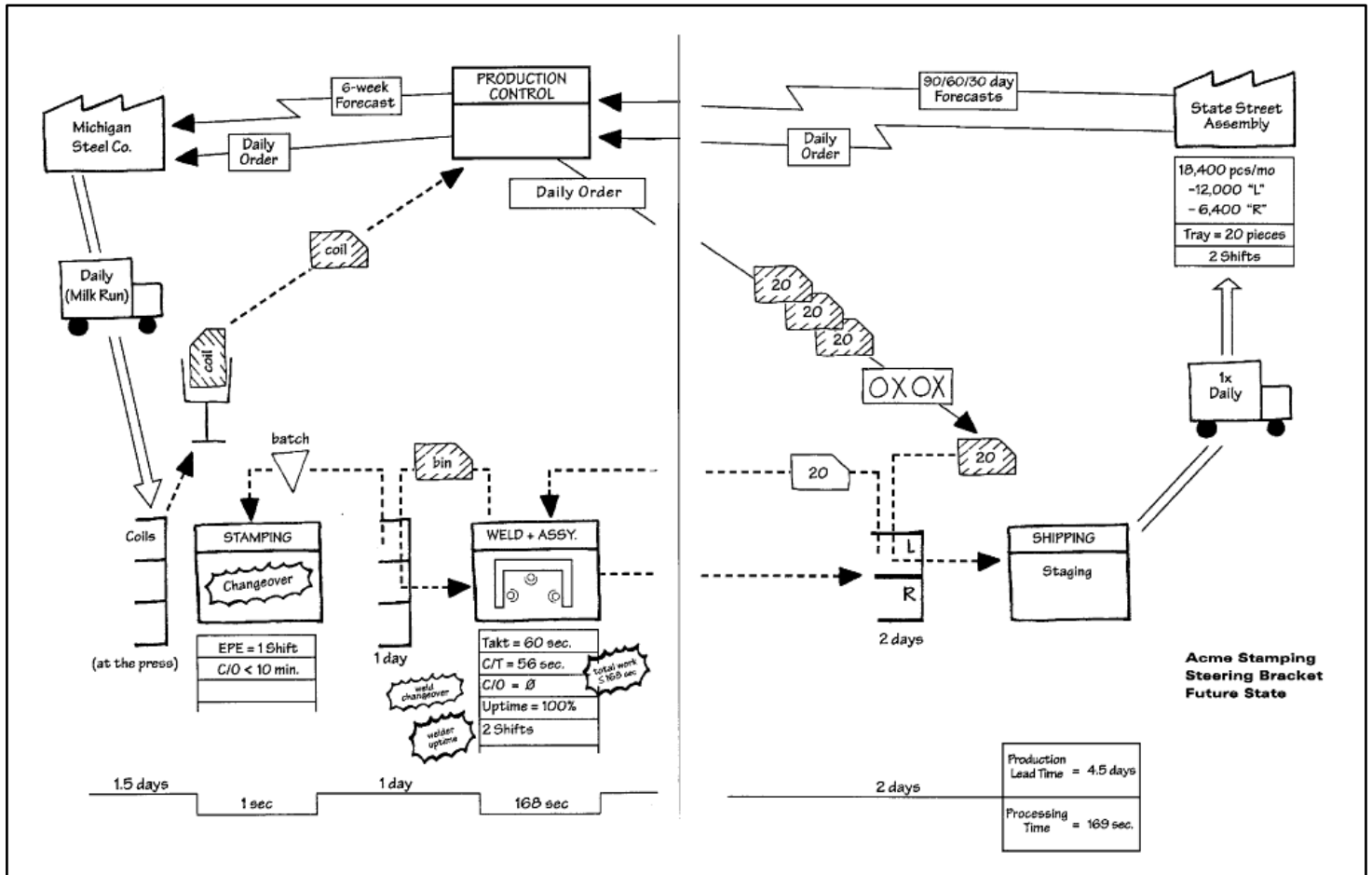
En esta etapa se implantarán las acciones de eliminación de desperdicios y paralelamente se hará el seguimiento a los indicadores. Si los objetivos marcados no se cumplen habrá que actuar en consecuencia proponiendo nuevas acciones de mejora a las que también habrá que hacerles el seguimiento. El proceso Lean no termina en la fase de implementación sino que se analizarán y aplicarán continuamente todas las nuevas ideas y sugerencias de mejora que vayan surgiendo. Para ello los grupos de trabajo deben reunirse periódicamente, no solo para seguir las actividades inicialmente lanzadas, sino para lanzar otras nuevas.

Si se alcanza el primer objetivo marcado, marcar uno nuevo más exigente de forma que se comience el ciclo de trabajo de nuevo.

---

<sup>22</sup> <http://cursosgratis.aulafacil.com/lean-manufacturing/curso/LeanManufacturing-32.htm>

GRÁFICO#9 Ejemplo de Mapa de Flujo de Valor Futura



Fuente: Mike Rother and John Shook, Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda, Edición 1999



# 3

## APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR



### **3. APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR**

#### **3.1 Introducción**

En esta sección se aplicara el Value stream mapping (Mapeo de flujo de valor) que no es más que una herramienta y técnica gráfica de análisis de flujo de procesos e información que sirve para identificar mejoras y eliminar desperdicios. Por lo tanto quedarán sentadas las bases y será modelo de propuesta en el logro de objetivos y constantes cambios para el progreso y beneficio de la empresa.

#### **3.2 Alcances y limitaciones**

El Lean Manufacturing constituye una referencia para las empresas que desean competir basándose en la aportación de valor agregado al producto destinado al cliente final, con costos cada vez más bajos, menores tiempos de entrega y con mejor calidad.

- La transición de las empresas de una gestión convencional de operaciones, a una gestión Lean es ardua y difícil.
- Los nuevos conceptos y principios en los que se basa, por más obvios y racionales que puedan parecer, requieren cambios muy profundos en la manera de pensar.

Lo que se logra es aplicar herramientas lean que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no le agregan valor al producto o a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Por otro lado, sirve como una filosofía de mejora continua que le permita a Indurama-Induglob S.A. reducir sus costos, mejorar los procesos, para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. El propósito de la manufactura esbelta es serle útil a la comunidad lo cual implica estar siempre en busca de la mejora continua.

### 3.3 Áreas propuestas a mejorar

#### 3.3.1 Área de Termoformado:

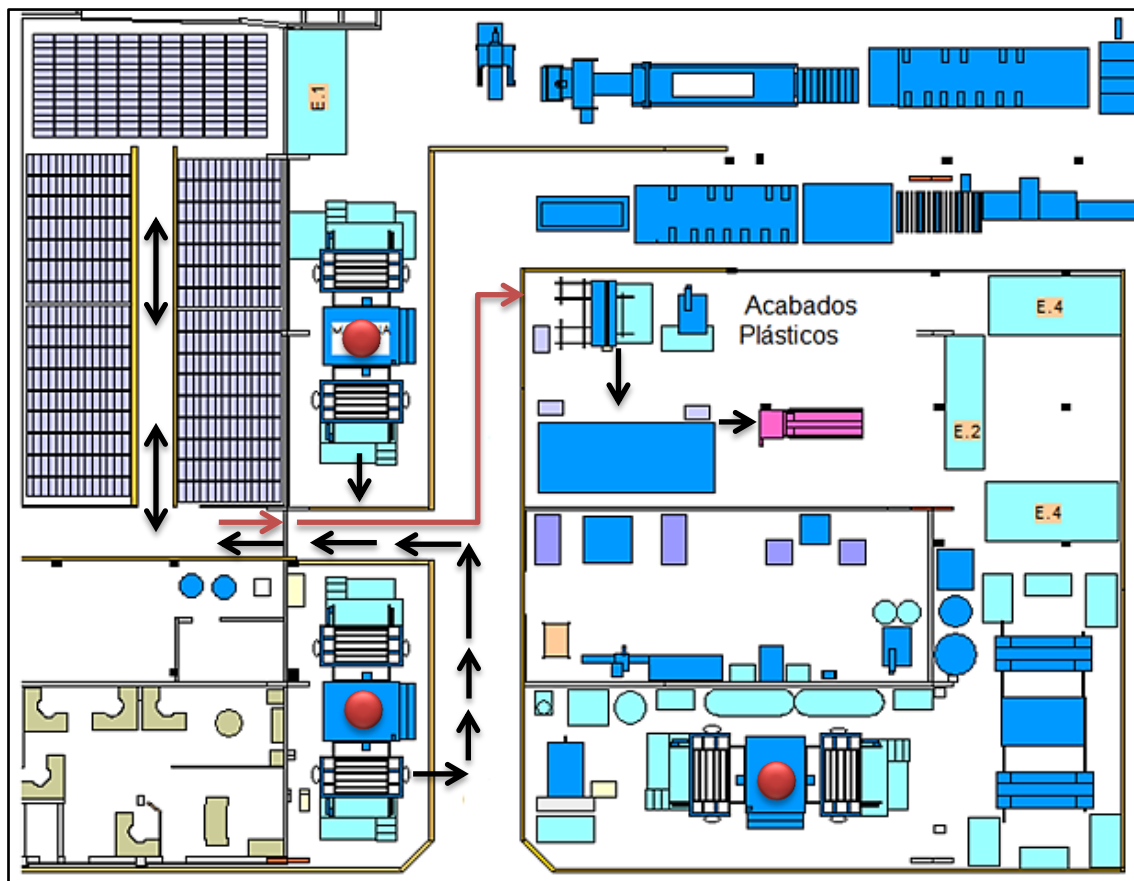
En esta sección se procede a fabricar las partes plásticas internas de las Refrigeradoras, como son los gabinetes y las puertas. Es una técnica que consiste en calentar una lámina plástica P.A.I. (Plancha de alto Impacto) para posteriormente colocarla en un molde de Aluminio, en el momento que la plancha toma la forma del molde se activa un sistema de enfriamiento y de vacío que permite enfriar la pieza y evacuarla del molde. Todas las máquinas termoformadoras trabajan con un sistema de PLC (controlador lógico programable) con el cual controlan los tiempos del proceso y las zonas de calentamiento de la máquina.

GRÁFICO#10 **Máquina Termoformadora**



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO#11 Bosquejo de la sección de Termoformado



Fuente: Indurama-Departamento de Ingeniería Industrial

### 3.3.2 Área de Acabados Plásticos:

Llamado también carpintería plástica, se denomina así debido a que en esta sección se realiza todos los ajustes necesarios en las piezas plásticas (termoformadas) hasta obtener el acabado final, estos procesos son: Corte de filos, perforados, pulido y/o armados manuales.

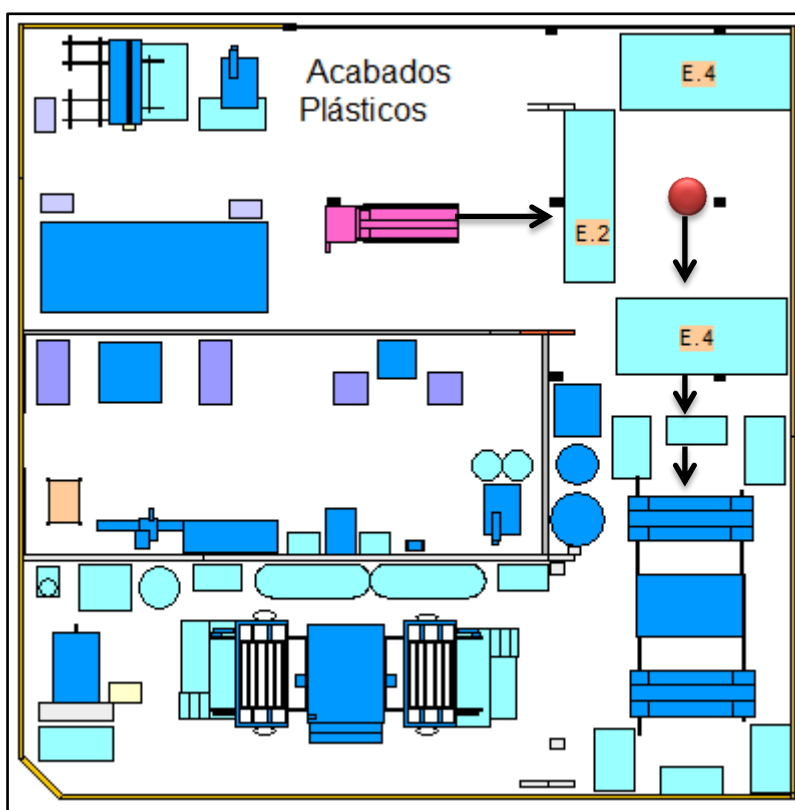
**GRAFICO#12 Segundo Piso-Acabados Plásticos**



Fuente: Elaboración Propia



GRAFICO#13 Bosquejo de la sección de Acabados Plásticos-Segunda Planta



Fuente: Indurama-Departamento de Ingeniería Industrial

### 3.3.3 Área de Poliuretano:

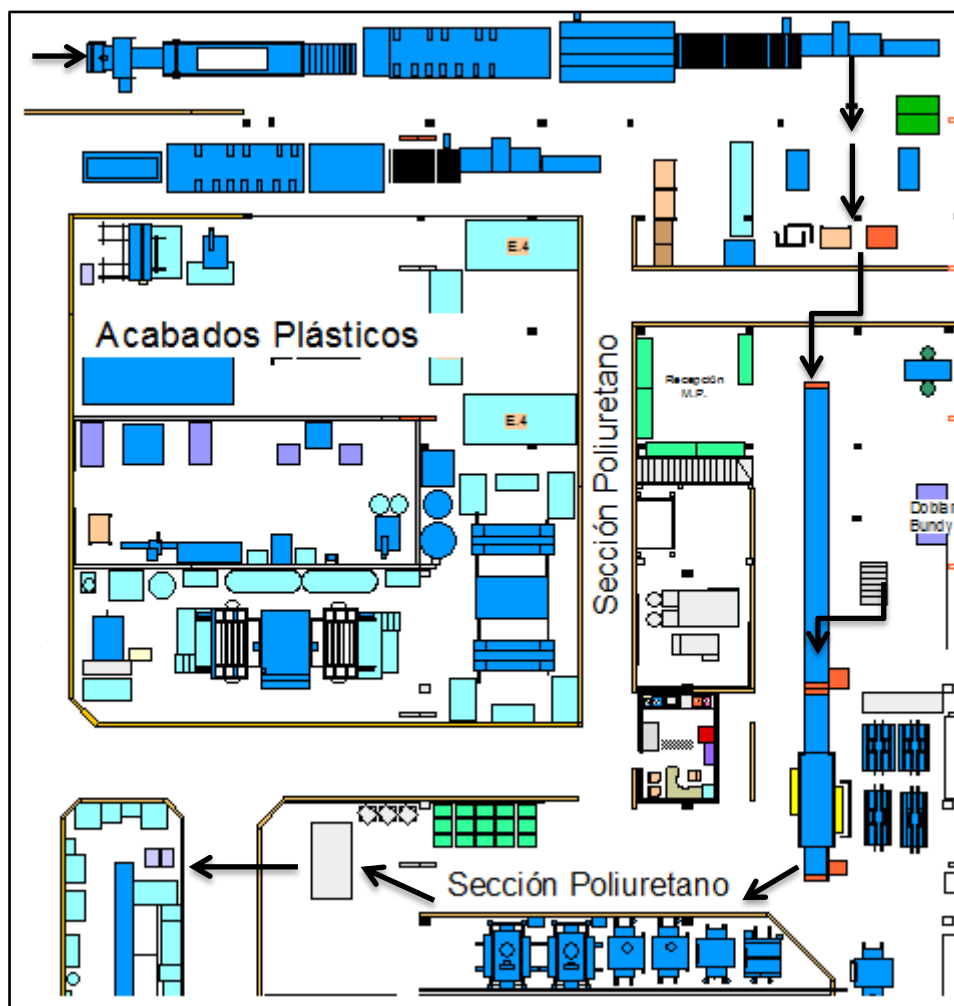
Conocida con este nombre por ser el poliuretano el que mayor incidencia tiene en el proceso. Este material es un agente químico aislante que resulta de la mezcla de 2 sustancias químicas (Poliol e Isocyanato); Estos 2 productos son inyectados en las paredes internas del Refrigerador, con el objeto de lograr un adecuado aislamiento entre el producto y la temperatura del medio ambiente. Las máquinas utilizadas para este proceso son: La Inyectora de Poliuretano que realiza la mezcla y la dosificación del Poliuretano, y la torre de Inyección que impide la deformación de las piezas plásticas al momento de la expansión del poliuretano.

GRÁFICO#14 Sección de Poliuretano



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO#15 Bosquejo de la Sección de Poliuretano



Fuente: Indurama-Departamento de Ingeniería Industrial



### 3.4 Etapas de aplicación: Cadena de flujo de valor

#### 3.4.1 Elección de la familia de productos

Para la elección de las diferentes familias de refrigeradoras que se producirá en Indurama, se muestra el programa de producción entre el 1 de julio 2012 al 30 de septiembre 2013. Los números que se encuentran en la columna “modelo de refrigeradora”, los 3 primeros dígitos corresponden al modelo y los 3 siguientes al color para su producción, (ejemplo 250-001).

Tabla#1 Programa de Producción Proyectado -Periodo: 01/07/12 a 30/09/13

Modelo de Refrigeradora RI	SUMA TOTAL
250001	1240
265000	2750
265001	4620
270015	260
270030	4220
270031	2010
280020	200
280021	350
280023	370
280024	250
280027	440
340000	1520
340001	3840
350004	170
350014	260
350017	100
350018	160
350035	1090
350036	1100
350037	1150
350040	2890
375033	1780
375036	2000
375069	6480
375075	1220
375088	3590
375091	7750
375095	16190
...continua	8750



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

375096	
380000	3250
385014	1030
385023	200
385028	1280
385032	2390
385033	1620
385035	5000
385038	3300
390002	520
390018	50
390021	1570
390031	2980
390034	2510
395005	1610
395006	680
395017	60
395020	880
395031	50
395044	2700
395045	17400
395053	10240
395054	12950
405021	280
405024	400
405028	2310
405029	2240
405031	990
405032	850
405034	3080
425013	200
425019	660
425027	310
425038	5120
425042	100
425054	2400
425055	19600
425058	190
425065	1140
425068	9780
425069	16000
425070	6760
... continua	80



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

470017	
470021	690
470024	120
470031	2990
470032	4020
480020	530
480021	850
480032	1580
480035	640
480045	240
480048	650
480052	6140
480054	100
480060	50
480062	130
480067	490
480068	340
480077	10310
480078	3900
480080	8520
480081	15310
487009	7310
487010	1300
487011	5750
487012	3230
487013	4860
487014	2810
530008	820
530011	2810
530012	660
530015	270
530023	100
530027	1000
530028	8850
580007	800
580009	1680
580010	2750
580011	2210
580012	10
585028	100
585038	1170
585043	220
...continua	
585054	110



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

585064	200
585069	50
585070	50
587009	1820
587010	600
587011	2610
587012	6410
587013	2730
885001	120
885004	35
885023	100
885024	345
VF5A0	1375
VF4001	80
VF4003	220
VF4010	4830
VF5001	170
VF5003	880
VF5008	1330
VF5012	570
VF5015	10355
<b>Total general</b>	<b>362810</b>

Fuente: Indurama



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Posteriormente, en este cuadro se establece el promedio de unidades de refrigeradoras a producirse cada mes, de acuerdo a los datos señalados en la tabla anterior y especialmente los modelos RI-425 y RI-587 que analizaremos en esta tesis:

**Tabla#2 Producción de Refrigeradoras proyectada en 15 meses-Análisis de Pareto**

Modelo RI	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%	% Acumulado	Promedio de unidades a producirse cada mes
425	62260	62260	17%	17%	4151
480	49780	112040	14%	31%	3319
375	47760	159800	13%	44%	3184
395	46570	206370	13%	57%	3105
487	25260	231630	7%	64%	1684
385	14820	246450	4%	68%	988
VFV520	14680	261130	4%	72%	979
530	14510	275640	4%	76%	967
587	14170	289810	4%	80%	945
405	10150	299960	3%	83%	677
470	7900	307860	2%	85%	527
390	7630	315490	2%	87%	509
580	7450	322940	2%	89%	497
265	7370	330310	2%	91%	491
350	6920	337230	2%	93%	461
270	6490	343720	2%	95%	433
340	5360	349080	1%	96%	357
VFV400	5130	354210	1%	98%	342
380	3250	357460	1%	99%	217
585	1900	359360	1%	99%	127
280	1610	360970	0%	99%	107
250	1240	362210	0%	100%	83
885	600	362810	0%	100%	40
<b>TOTAL</b>	<b>362810</b>		<b>100%</b>		<b>24187</b>

Fuente: Elaboración propia

Los modelos de refrigeradoras se les puede dividir en tres grupos: grandes, medianas y pequeñas, tomando en cuenta que todos los modelos pasan por las mismas operaciones y actividades de transformación desde su inicio hasta su fin; **se agrupó para obtener los modelos que tienen fabricación semejante** como se indica en la **tabla #3**, determinando dos modelos claves, como se señala en la tabla anterior que son los modelos RI-425 y RI-587; el



primero de tamaño mediano por ser el de mayor producción con un 17% y el segundo, en tamaño grande por ser el más caro y de base para modelos inferiores con vital importancia a pedido de la empresa, por ser este un nuevo producto de más tecnología, diseño y calidad que demanda el mercado y de gran prestigio en la fabricación de los mismos. En el caso del RI-587 se aprecia un 4% de producción por cuanto se inició por primera vez la fabricación de este modelo, el mismo que crecía notablemente en las preferencias del cliente marcando el objetivo de la fábrica de crecer en un mayor porcentaje que pudiera llegar a un 15% hasta septiembre del presente año.

**Tabla#3 Producción mensual proyectada y agrupada de los modelos RI-425 y RI-587**

Producción Mensual			
Modelo de refrigeradora RI	Unidades a producirse cada mes	%	% Acumulado
<b>425</b>	<b>4151</b>	<b>17%</b>	<b>46%</b>
405	677	3%	
395	3105	13%	
375	3184	13%	
480	3319	14%	14%
487	1684	7%	11%
<b>587</b>	<b>945</b>	<b>4%</b>	
385	988	4%	4%
VFV520	979	4%	4%
530	967	4%	4%
470	527	2%	2%
390	509	2%	2%
580	497	2%	2%
265	491	2%	2%
350	461	2%	2%
270	433	2%	2%
340	357	1%	1%
VFV400	342	1%	1%
380	217	1%	1%
585	127	1%	1%
280	107	0.4%	0.4%
250	83	0.3%	0.3%
885	40	0.2%	0.2%
<b>TOTAL</b>	<b>24187</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia



### 3.5 Realidad Actual

#### 3.5.1 Planificación y Control de la Producción

**La Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)** es una herramienta para programar y ordenar materiales, permitiendo la coordinación de los mismos en la empresa, es decir, en que momento y lugar se debe iniciar la producción y cuánto se debe producir de forma correcta.

Los pronósticos son la fuente de entrada de datos para la planificación de la producción ya que se “extrae la información de las ventas” con estos datos concebidos, se procede a la ejecución de la misma.

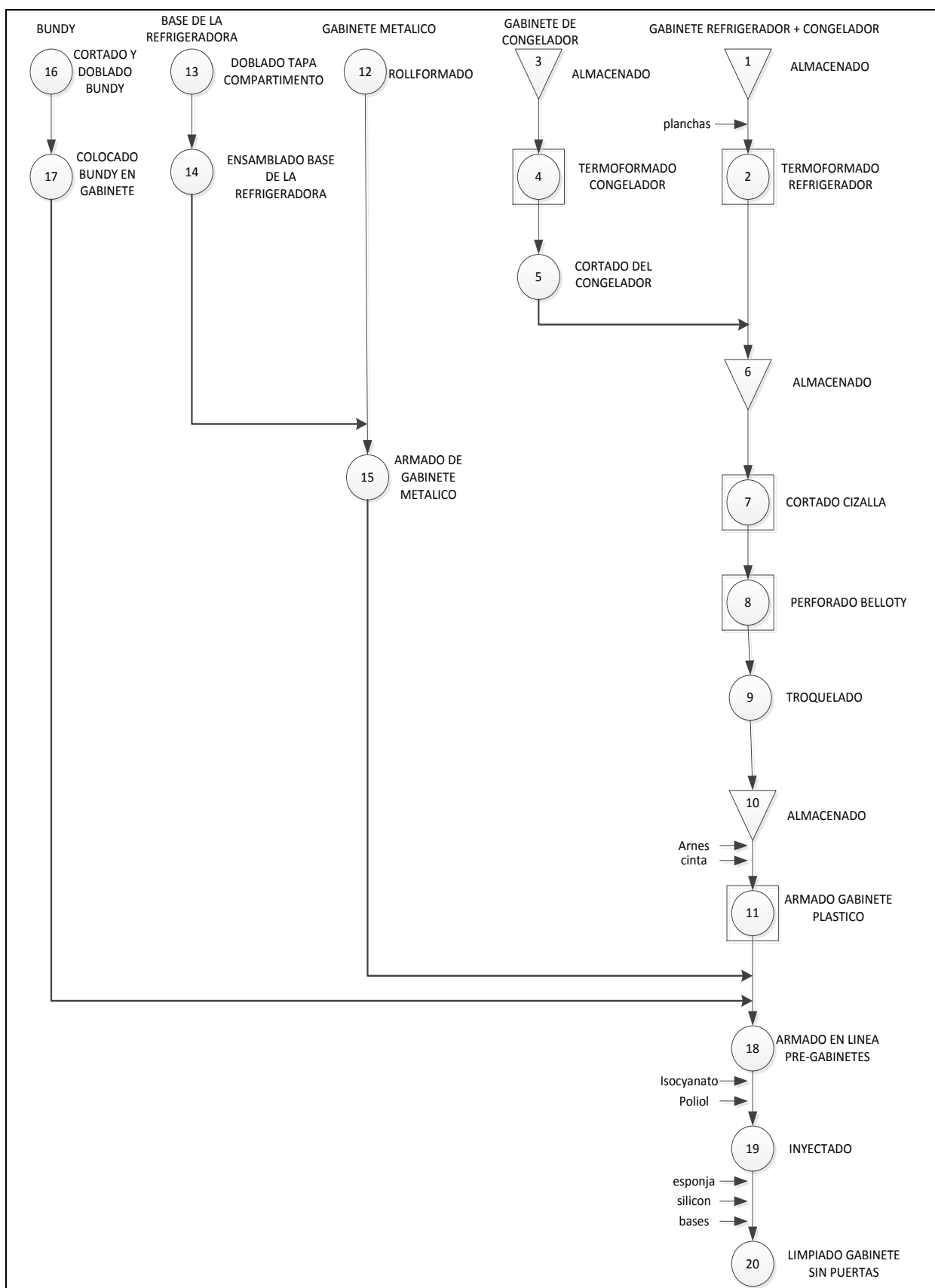
**La planificación** comienza con un plan maestro de producción en el cual se identifica las necesidades de la producción, y necesita de un MRP porque el sistema sugiere las órdenes correctas de producción. Se calculan todos los productos que pertenecen a la explosión de materiales. Las fechas de inicio para la fabricación de los productos son basados en el **lead time** o tiempo de fabricación de cada uno de los subensambles.

Con la planificación en el programa JD Edwards disponible en la empresa nos ayudara a saber qué modelo y la cantidad necesaria que se va a producir, para ello se hará una recolección de datos para conocer el tiempo de proceso y el tiempo de que demora desde que entra el producto hasta que sale.

#### 3.5.2 Elaboración de un gabinete de refrigeradora

A continuación se muestra el diagrama de proceso de operación para la elaboración de un gabinete de refrigeradora para el modelo RI-587 y RI-425, por lo que estos siguen las mismas operaciones de proceso desde que entra la plancha hasta que sale el producto terminado como gabinete inyectado. (ver gráfico #16)

**GRÁFICO#16 Diagrama de proceso de operación (DPO) Modelo RI-425 o RI-587**



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.1 Proceso de armado de un gabinete de refrigeradora RI-587 o RI-425

#### Área de Termoformado:

- Las planchas de alto impacto llegan desde la planta de partes y piezas a Indurama, 3 veces al día en 3 o 4 pallets de 300 a 500 unidades y son almacenadas en la bodega de metalmecánica en la parte exterior de la planta.

GRÁFICO#17 **Planchas de alto impacto**



Fuente: Elaboración propia

- Las planchas son trasladadas para su producción desde la bodega de metalmecánica hasta el pie de cada máquina termoformadora, donde el operario utilizara según corresponda el programa de producción. Se ocupan un pallet para cada una de las 2 máquinas.

GRÁFICO#18 **Planchas en pallets**



Fuente: Elaboración propia

GRAFICO#19 **Planchas ingresando a la máquina**



Fuente: Elaboración propia

- Después de que se termoforma las planchas, se obtiene como producto semielaborado gabinetes de refrigerador y de congelador. Para el caso del gabinete de congelador salen dos por cada proceso, luego es cortado y trasladado manualmente junto con el gabinete de refrigerador a la bodega en tránsito de almacenamiento.

**GRÁFICO#21 Gabinete de Refrigerador**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#20 Gabinete de Congelador**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#22 Bodega de almacenamiento**



Fuente: Elaboración propia

- De la bodega en tránsito de almacenamiento los gabinetes son trasladados a la cizalla para cortar los filos y posteriormente pasan a la máquina belloty para ser perforados automáticamente.

**GRÁFICO#24 Cortado Cizalla**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#23 Perforado en la belloty**



Fuente: Elaboración propia

## Área de Acabados Plásticos

- Luego los gabinetes de congelador y refrigerador suben en juego por una banda transportadora al segundo piso para ser troquelados por tres prensas en línea para ser almacenados, luego pasan a ser armados manualmente, es decir la unión del gabinete de congelador más el gabinete de refrigerador para ser evacuados al área de pregabinetes en la planta baja utilizando una banda transportadora.

GRÁFICO#25 Armado de Gabinetes



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO#26 Banda transportadora



Fuente: Elaboración propia

## Área de Poliuretano y armado de gabinetes metálicos

- Dentro del área poliuretano y paralelamente al proceso se elabora el gabinete metálico, lo cual primero se forma el gabinete en la máquina de Rollformado, luego pasa al armado del mismo en donde se coloca la base en el gabinete y luego el marco de soporte metálico (bundy).

GRÁFICO#28 Rollformado



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO#27 Armado de gabinete



Fuente: Elaboración propia



- Por último viene el proceso final de nuestro estudio: Los gabinetes son armados en la línea de ensamble en donde se unen el gabinete plástico con el metálico, para luego pasar a las inyectoras de poliuretano, y posteriormente son inspeccionados para la línea de ensamble final.

**GRAFICO#30 Línea de ensamble**



Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO#29 Inyectora**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#31 Gabinetes inyectados sin puertas**



Fuente: Elaboración propia



### 3.5.3 Recolección de datos y tiempos para los mapas

Es muy recomendable que la mejora continua sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual, por lo que mediante la recolección de datos y el análisis de cada proceso en las diferentes áreas se podrán encontrar mejoras de gran uso para la aplicabilidad del Lean Manufacturing.

**Para el área de Termoformado** se hizo el estudio de tiempos y observación directa en: máquinas termoformadoras tanto para el gabinete de congelador como el de refrigerador, corte de congelador, Cizalla y Belloty.

**Para el área de Acabados plásticos** se hizo el estudio de tiempos y observación directa en: maquinas troqueladoras y ensamblado manual del refrigerador en donde se une el gabinete del congelador con el gabinete del refrigerador con colocación de arnés, cables, etc

**Para el área de poliuretano** se hizo un estudio de tiempos y observación directa en: la maquina rollformadora, formación del gabinete, el doblado de la tapa de compartimento, armado en la mesa de ensamble de la base de la refrigeradora, el cortado y doblado de bundy para la línea de pre gabinetes y por último en las 7 máquinas inyectoras.






### **ESTUDIO DE TIEMPOS Y PROCESOS EN TERMOFORMADO**

#### **Diagrama de proceso de Recorrido:**

A continuación se muestra en la tabla #4 el diagrama del proceso de recorrido que es similar para el modelo RI-425 y RI-587, en donde se identifica las actividades y movimientos que realiza el operario en la máquina de Termoformado, que sirvió para conocer el proceso desde que es cargada la plancha de alto impacto hasta que sale el producto semielaborado como gabinete de Refrigerador.



Tabla#4 Diagrama del proceso de Recorrido-modelo de refrigerador RI-425 y RI-587

DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO (DPR)			EMPRESA:		Induglob			
			Termoformado:		Maquina #501-007			
			ESTUDIO:		Diagrama del proceso de Recorrido del cajon de refrigerador para el Modelo RI-425 y RI-587			
MÉTODO: ACTUAL X			RESUMEN					
Diagrama Nº: 1			ACTIVIDAD		Actual			
Pieza (componente): Cajon Refrigerador			OPERACIÓN:		10			
Actividad: Termoformado			TRANSPORTE:		5			
			ESPERA:		1			
Departamento: Ingenieria Industrial			INSPECCIÓN:		2			
Operario:			ALMACENAMIENTO:		2			
Fecha: 14-01-13			Total:		20			
PAI (Plancha de Alto impacto)					SIMBOLO			
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACTUALES		CANTIDAD	DISTANCIA (m)					
Preparar y transportar PAI.		150	5		1	1		
Cargar PAI.		1		1				
Termoformar Cajón Ref.		1		1				
Espera enfriamiento		1					1	
Descargar PAI.		1		1				
Inspección de termoformado		1						1
Transportar a zona de almacenamiento		4	30		1			
Almacenar zona de Termoformado		4		1				
Espero para su uso							1	
Transportar a Cizalla		12	20		1			
Cortar cuatro lados		1		1				
Almacenar luego de corte		40			1			
Perforar en Belloti		1		1				
Colocar en banda transportadora		1	3	1				
Descarga de banda transportadora		1		1				
Inspección		2						1
Troquelar para Swicht		1	3	1				
Transportar a zona de almacenamiento.		5	20		1			
Almacenar zona de Acab. Plast.				1				
TOTAL			81	10	5	1	2	2
			TOTAL	20				

Diseño: Indurama

Fuente: Elaboración propia



### Estudio de Tiempos en Termoformado:

El análisis que se realiza en la tabla #5 es el estudio de tiempos en la maquina #501-004 que produce gabinetes de congelador del modelo RI-425, obteniendo 13 unidades dobles por cada lado de la máquina y en los dos lados 52, en una hora total de trabajo. El análisis para el gabinete de congelador del modelo RI-587 es similar y se hizo un diagrama hombre-máquina.

**Tabla#5 Termoformado- Gabinete de Congelador Modelo: RI-425**

SECCIÓN: TERMOFORMADO-GABINETE DE CONGELADOR											
ESTUDIO EN: MAQ# 501-004 MODELO: RI-425											
ACTIVIDADES	TIEMPOS EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg)	Calificación	Tiempo Normal (seg)	% Persona	Tiempo Estándar (seg)
	T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar	17,25	18,36	17,62	18,69	19,15	91	18	85%	15	25%	19
Tiempo máquina	256	256	256	256	256	1280	256	100%	256		256
TOTAL						1371	274	185%	271		275
ELABORADO:	David Abril					UPH A UN LADO:	3600/275=13				
FECHA:	12/09/2012										
						UPH A DOS LADOS:	13x4=52				

Fuente: Elaboración propia



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

El análisis que se realiza en la tabla #6 es el estudio de tiempos en la maquina #501-007 que produce gabinetes de refrigerador del modelo RI-425, obteniendo 16 unidades por cada lado y 32 en total, en una hora de trabajo.

**Tabla#6 Termoformado- Gabinete de Refrigerador Modelo RI-425**

SECCION: TERMOFORMADO – GABINETE DE REFRIGERADOR											
ESTUDIO EN: MAQ# 501-007 MODELO: RI-425											
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg)	Calificación.	Tiempo Normal (seg)	% Persona	Tiempo Estándar (seg)
	T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar	18,36	19,54	19,75	19,52	18,62	96	19	85%	16	20%	19
Calentamiento	78	78	78	78	78	390	78	100%	78		78
Formación	44,57	44,64	44,76	44,25	44,78	223	44,6	100%	44,6		44,6
Enfriamiento	90	90	90	90	90	450	90	100%	90		90
TOTAL						1159	232	385%	229		232
ELABORADO:	David Abril					UPH UN LADO:	3600/232=16				
FECHA:	12/09/2012										
						UPH DOS LADOS:	16x2=32				

Fuente: Elaboración propia



El análisis que se realiza en la tabla #7 es el estudio de tiempos en la maquina #501-007 que produce gabinetes de refrigerador del modelo RI-587, obteniendo así 18 unidades por cada lado de la máquina y 36 en total, en una hora de trabajo.

**Tabla#7 Termoformado- Gabinete de Refrigerador modelo RI-587**

SECCION: TERMOFORMADO – GABINETE DE REFRIGERADOR										
ESTUDIO EN: MAQ# 501-007 MODELO: RI-587										
ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEGUNDOS			Suma	Tiempo Real (seg)	Calificación	Tiempo Normal (seg)	% Per.	Tiempo Estándar (seg)
		T1	T2	T3						
Evacuar y suministrar		16,99	17,02	16,04	50	17	85%	14	20%	17
Calentamiento		89	89	89	267	89	100%	89		89
Formación		42,25	43,54	42,54	128,33	42,77	100%	42,77		42,77
Enfriamiento		90	90	90	270	90	100%	90		90
TOTAL					715	200,12	385%	200,12		239
ELABORADO:	David Abril				UPH UN LADO:	3600/239=15				
FECHA:	12/09/2012									
					UPH DOS LADOS:	15x2=30				

Fuente: Elaboración propia

**Diagrama Hombre-Máquina:**

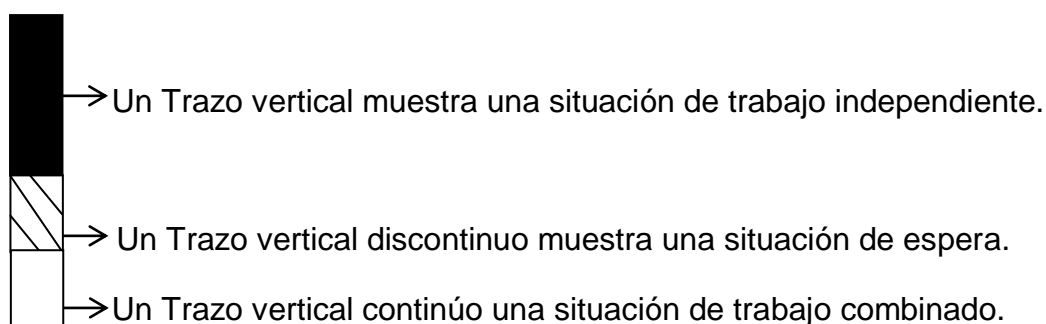
Para conocer cuánto es el tiempo de proceso y de espera en la maquina termoformadora, se hizo un diagrama hombre maquina como se observa en el **grafico #32** que es la representación gráfica del trabajo o tiempo coordinado de espera de la combinación del operario y la máquina. Para su estudio se tomó el gabinete de congelador modelo RI-587.

La duración de las actividades que se estudian en este gráfico se representa por medio de barras cuya longitud depende de una escala de tiempo que se hizo mediante observación directa. Es decir ayuda a distinguir entre el tiempo en que una maquina espera a que le den servicio y el saber cuándo se la está cargando o descargando. Para esto, se usan las siguientes clasificaciones de Trabajo:

**Trabajo Independiente:** Esta clasificación significa trabajar independiente ya sea para el operario o la máquina.

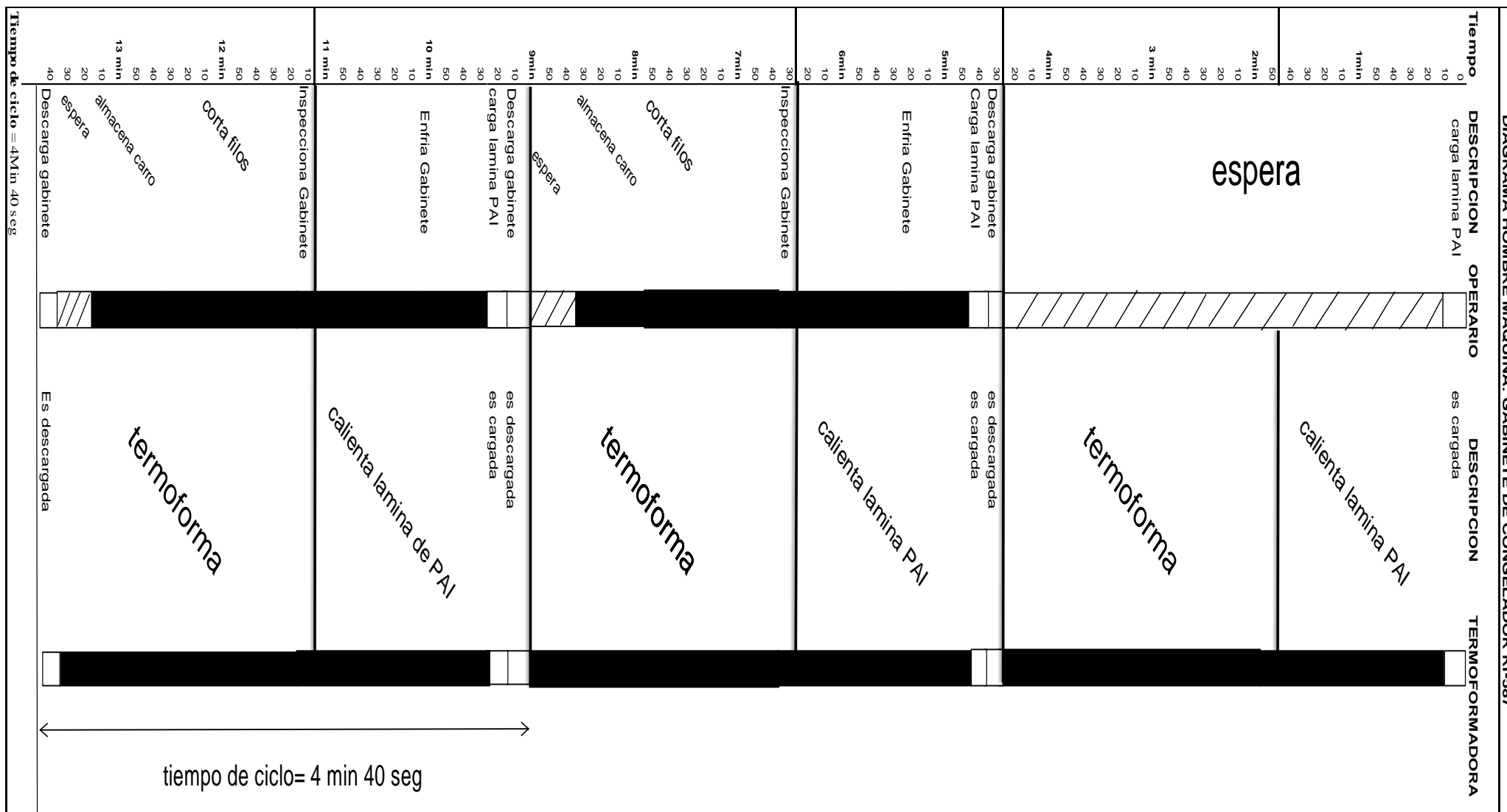
**Espera:** Esta clasificación incluye la espera, sea del operario o de la máquina. Se usa cuando el uno espera al otro.

**Trabajo combinado:** Incluye el trabajo de un operario conjuntamente con el de la maquina mientras se prepara, se carga o descarga.





GRÁFICO#32 Diagrama Hombre-Máquina para el gabinete de Congelador Modelo: RI-587



Fuente: Elaboración propia



## ESTUDIO DE TIEMPOS Y PROCESOS EN POLIURETANO

### Estudio de tiempos en Poliuretano:

Tal como se muestra en la tabla #8, el estudio de tiempos en la maquina inyectora#1, donde son inyectados los gabinetes de poliuretano para el modelo RI-425, obteniendo así 8 unidades en una hora de trabajo:

**Tabla#8: Inyectora #1 Modelo de Refrigeradora RI-425**

SECCIÓN: POLIURETANO												
ESTUDIO EN: INYECTADORA MAQUINA #1 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-425												
ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg)	Calificación.	Tiempo Normal (seg)	% Persona	Tiempo Estándar (seg)
		T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar		25	24	21	25	24	119	24	85%	20,4	15%	23,46
Cierra		49	50	49	49	51	248	49,6	100%	49,6		49,6
Inyección		12,79	12,77	12,8	12,99	12,89	64,24	12,848	100%	12,848		12,848
Expansión		270	270	270	270	270	1350	270	100%	270		270
Abre máquina		48	49	50	50	51	248	49,6	100%	49,6		49,6
TOTAL							2029	406	485%	402		406
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo						UPH:	3600/406=8				
FECHA:	27/11/2012											

Fuente: Elaboración Propia



Tal como se muestra en la tabla #9, el estudio de tiempos en la maquina inyectora#2, donde son inyectados los gabinetes de poliuretano para el modelo RI-425, obteniendo así 9 unidades en una hora de trabajo:

**Tabla#9 Inyectora Máquina #2 Modelo de Refrigeradora RI-425**

SECCIÓN: POLIURETANO												
ESTUDIO EN: INYECTADORA MAQ# 2 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-425												
ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación	Tiempo Normal (seg.)	% Persona	Tiempo Estándar (seg.)
		T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar		36	35	36	35	36	178	35,6	85%	30,26	15%	34,799
Cierra		30	32	31	32	32,5	157,5	31,5	100%	31,5		31,5
Inyección		12,02	12,58	12,24	12,99	12,87	62,7	12,54	100%	12,54		12,54
Expansión		270	270	270	270	270	1350	270	100%	270		270
Abre máquina		37,5	37,2	37,84	37,88	37,52	187,94	37,588	100%	37,588		37,588
TOTAL							1936	387	485%	382		386
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo				UPH:		3600/386=9					
FECHA:	27/11/2012											

Fuente: Elaboración Propia





# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tal como se muestra en la tabla #10, el estudio de tiempos en la maquina inyectora#3 y 4, donde son inyectados los gabinetes de poliuretano para el modelo RI-425, obteniendo así 9 unidades por hora de trabajo en cada máquina:

**Tabla#10 Inyectora Máquina #3-4 Modelo de Refrigeradora RI-425**

SECCIÓN: POLIURETANO												
ESTUDIO EN: INYECTORAS MAQ# 3-4 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-425												
ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación.	Tiempo Normal (seg.)	% Persona	Tiempo Estándar (seg.)
		T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar		28	30	31	32	30	151	30,2	85%	25,67	15%	29,52
Cierra		41	41	40	41	40	203	40,6	100%	40,6		40,6
Inyección		12,24	12,99	12,84	12,87	12,68	63,62	12,724	100%	12,724		12,724
Expansión		270	270	270	270	270	1350	270	100%	270		270
Abre máquina		48	38	39	39	40	204	40,8	100%	40,8		40,8
TOTAL							1972	395	485%	390		394
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo						UPH:	3600/394=9				
FECHA:	27/11/2012											

Fuente: Elaboración Propia



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tal como se observa en la tabla #11 es el estudio de tiempos en la maquina inyectora#5, 6, 7 que es donde los gabinetes son inyectados de poliuretano para el modelo RI-425, obteniendo así 10 unidades por cada hora de trabajo en cada máquina:

**Tabla#11 Inyectadoras Máquinas #5-6-7 Modelo de Refrigeradora RI-425**

SECCIÓN: POLIURETANO												
ESTUDIO EN: INYECTADORAS MAQ# 5-6-7 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-425												
ACTIVIDADES		TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación.	Tiempo Normal (seg.)	% Persona.	Tiempo Estándar (seg.)
		T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar		38	37	37	38	39	189	37,8	85%	32,13	15%	36,9495
Cierra		12,24	12,99	12,85	12,62	12,74	63,44	12,688	100%	12,688		12,688
cabezal en posición+ inyección		19,26	20	19,88	20,85	19,72	99,71	19,942	100%	19,942		19,942
Expansión		270	270	270	270	270	1350	270	100%	270		270
Abre máquina		15,11	15,35	15,47	15,5	16,6	78,03	15,606	100%	15,606		15,606
TOTAL							1780	356	485%	350		355
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo						UPH:	3600/355=10				
FECHA:	27/11/2012											

Fuente: Elaboración Propia



Tal como se observa en la tabla #12 es el estudio de tiempos en la maquina inyectora#1 que es donde los gabinetes son inyectados de poliuretano para el modelo RI-587, obteniendo así 9 unidades en una hora de trabajo.

**Tabla#12 Inyectora Máquina #1 Modelo de refrigeradora RI-587**

SECCION:	POLIURETANO										
ESTUDIO EN:	INYECTADORAS MAQ# 1 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-587										
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg)	Cal.	Tiempo Normal (seg)	% Per.	Tiempo Estandar (seg)
	T1	T2	T3	T4	T5						
Evacuar y suministrar	24	25	23	24	24	120	24	85%	20.4	15%	23.46
Cierra	49	48	50	49	51	247	49.4	100%	49.4		49.4
Inyección	12.78	12.76	12.99	12.8	12.9	64.23	12.846	100%	12.846		12.846
Expansión	265	265	265	265	265	1325	265	100%	265		265
Abre maquina	49	48	51	50	51	249	49.8	100%	49.8		49.8
TOTAL						2005	401	485%	397		401
ANALISTA:	David Abril Jaramillo					UPH:	3600/401=9				
FECHA:	27/08/2012										

Fuente: Elaboración Propia



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tal como se observa en la tabla #13 es el estudio de tiempos en la maquina inyectora#2 que es donde los gabinetes son inyectados de poliuretano para el modelo RI-587, obteniendo así 9 unidades en una hora de trabajo

**Tabla#13 Inyectora Máquina #2 Modelo de Refrigeradora RI-587**

SECCIÓN:		POLIURETANO														
ESTUDIO EN:		INYECTADORA MAQ# 2 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-587														
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS										Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación.	Tiempo Normal (seg.)	% Persona	Tiempo Estándar (seg.)
	T1	T2	T3	T4	T5											
Evacuar y suministrar	36	35	36	35	36						178	35,6	85%	30,26	15%	34,799
Cierra	30	32	31	32	32,5						157,5	31,5	100%	31,5		31,5
Inyección	12,02	12,58	12,24	12,99	12,87						62,7	12,54	100%	12,54		12,54
Expansión	265	265	265	265	265						1325	265	100%	265		265
Abre máquina	37,5	37,2	37,84	37,88	37,52						187,94	37,588	100%	37,588		37,588
TOTAL											1911	382	485%	367		381
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo										UPH:	3600/381=9				
FECHA:	27/08/2012			TURNO:			MAÑANA									

Fuente: Elaboración Propia



Tal como se observa en la tabla #14 es el estudio de tiempos en la maquina inyectora#3 y 4 que es donde los gabinetes son inyectados de poliuretano para el modelo RI-587, obteniendo así 9 unidades por cada hora de trabajo en cada máquina:

**Tabla#14 Inyectora Máquina #3-4 Modelo de Refrigeradora RI-587**

SECCIÓN: POLIURETANO																
ESTUDIO EN: INYECTORAS MAQ# 3-4 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-587																
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS										Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación.	Tiempo Normal (seg.)	% Persona	Tiempo Estándar (seg.)
	T1	T2	T3	T4	T5	6	7	8	9	10						
Evacuar y suministrar	28	30	31	32	30						151	30,2	85%	25,67	15%	29,5205
Cierra	41	41	40	41	40						203	40,6	100%	40,6		40,6
Inyección	12,24	12,99	12,84	12,87	12,68						63,62	12,724	100%	12,724		12,724
Expansión	265	265	265	265	265						1325	265	100%	265		265
Abre máquina	48	38	39	39	40						204	40,8	100%	40,8		40,8
TOTAL											1947	379	485%	375		388
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo										UPH:	3600/388=9				
FECHA:	27/08/2012			TURNO:		MAÑANA										

Fuente: Elaboración Propia



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tal como se observa en la tabla #15 es el estudio de tiempos en la maquina inyectora#5, 6 y 7 que es donde los gabinetes son inyectados de poliuretano para el modelo RI-587, obteniendo así 10 unidades por cada hora de trabajo en cada máquina:

**Tabla#15 Inyectora Máquina #5-6-7 Modelo RI-587**

SECCIÓN: POLIURETANO																
SEMIELABORADO: INYECTORAS MAQ# 5-6-7 MODELO DE REFRIGERADORA: RI-587																
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS										Suma	Tiempo Real (seg.)	Calificación	Tiempo Normal (seg.)	% Per.	Tiempo Estándar (seg.)
	T1	T2	T3	T4	T5											
Evacuar y suministrar	38	37	37	38	39						189	37,8	85%	32,13	15%	36,9495
Cierra	12,24	12,99	12,85	12,62	12,74						63,44	12,688	100%	12,688		12,688
cabezal en posición+ inyección	19,26	20	19,88	20,85	19,72						99,71	19,942	100%	19,942		19,942
Expansión	265	265	265	265	265						1325	265	100%	265		265
Abre máquina	15,11	15,35	15,47	15,5	16,6						78,03	15,606	100%	15,606		15,606
TOTAL											1705	351	485%	335		340
ELABORADO POR:	David Abril Jaramillo			TURNO:		MAÑANA				UPH:	3600/350=10					

Fuente: Elaboración Propia



Tal como se observa en la tabla #16 es el estudio de tiempos en la maquina dobladora donde se obtiene la tapa de compartimento ya sea para el modelo RI-425 o RI-587 porque el proceso es semejante, obteniendo así 92 unidades en una hora de trabajo.

**Tabla#16 Dobladora-Tapa Compartimento Modelo de Refrigeradora RI-425 o RI-587**

SECCIÓN: POLIURETANO (DOBLADORA-TAPA DE COMPARTIMENTO)											
ESTUDIO EN: MAQUINA # 113-030    MODELO DE REFRIGERADORA: RI-425, RI-587											
ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEGUNDOS					Suma	Tiempo Real (seg)	Calificación.	Tiempo Normal (seg)	% Per.	Tiempo Estándar (seg)
	T1	T2	T3	T4	T5						
Doblado de lámina en maquina	23,88	23,45	23,6	23,84	23,65	118	24	100%	24		24
Sellado de agujeros	15,5	14,92	15,22	15,43	15,45	76,52	15,30	85%	13,01	20%	15
TOTAL						195	39	185%	37		39
ELABORADO:	David Abril Jaramillo			OPERARIO:		UPH	3600/39=92				
FECHA:	24/09/2012			TURNO:							

Fuente: Elaboración Propia



### Resumen de las unidades de producción:

Una vez analizado los tiempos estándar, se muestra los datos resumidos de las unidades de producción que se hace por hora y diariamente en el ensamble de refrigeradoras de la empresa, sin embargo para nuestro estudio se toma en cuenta solo los modelos: RI-425 y RI-587. (véase tabla# 17)

**Tabla#17 Unidades de Producción en la línea de Refrigeradoras**

Modelo de Refrigeradora	TERMOFORMADO														MÁQUINA BELOTTY			ARMADO DE GABINETE PLASTICO			POLIURETANO				UPD
	GABINETE REFRIGERADOR				CALCULOS		GABIENTE CONGELADOR				CALCULOS														
	UPH		Unid. x lado	# Moldes	UPH Producto	UPD	UPH		Unid. x lado	# Moldes	UPH Producto	UPD													
	Std.	Real					Std.	Real																	
	425 QZ	32	28	1	2	28	584	52	48	2	2	48	1000	58	52	1136	63	63	977	65	63	7	7	878	
587 QZ	30	28	1	2	28	584	52	50	2	2	50	1042	50	48	1048	54	46	713	66	65	7	7	905		

Elaborado por Autor: Gabinete de Refrigerador, Gabinete de Congelador, Poliuretano

Fuente Indurama: Maquina Belotty, Armado de Gabinete plástico

UPH= UNIDADES POR HORA

STD= ESTANDAR (EN BASE A CÁLCULOS)

REAL=POR OBSERVACIÓN DIRECTA

UPD= UNIDADES POR DIA





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

La planta de partes y piezas es la encargada de enviar las planchas plásticas a Indurama para la producción diaria de gabinetes, por lo que cada día se lleva un control para saber cuántas unidades se entregan. Son 1366 las unidades que representa el número promedio de planchas diarios que se envían a Indurama. En este caso se tomó como ejemplo un día del mes de mayo. Este valor varía según el programa de producción y más un 12% de stock de seguridad. (Ver tabla #18)

Tabla#18 **Planchas que se envían desde la Planta de Partes y Piezas**

PLANCHAS ENVIADAS DESDE PARTES Y PIEZAS AL 02/05/13		
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDADES
331557	PAI 1320x820x4,28coe.C/Con.587	307
331559	PAI 1230x820x3,04coe.C/Ref 587	72
331560	PAI 1840x800x1,5 coe.cpta/p587	600
331589	PAI 1150x725x4,28coe.C/con.425	124
332245	PAI 1230x820x3,3co.C/Ref 587Re	263
	<b>TOTAL UNIDADES/DIA</b>	<b>1366</b>

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla #19 las cantidades que son producidas diariamente solo de los modelos RI-425 y RI-587 del mes de mayo del 2013 y vale mencionar que las cantidades y el programa es similar para los demás meses dependiendo del programa de producción.

Tabla# 19 **Extracto del Programa de Producción del mes de Mayo del 2013**

	DIAS DEL MES DE MAYO DEL 2013																								
MODELO RI	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31	TOTAL	
425068								500																500	
425069								400																400	
425019								50																50	
425038												500	520	150										1170	
425068														230										230	
425069														685	215									900	
587023																52	328							380	
587024																	50							50	
587025																	390							390	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	950	0	0	0	500	520	1065	215	52	768	0	0	0	0	0	0	4070	

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 Tipos de Desperdicios

Se hizo una identificación de los desperdicios con inspección directa en el área de trabajo y se muestran a continuación en la tabla #20, incluyendo gráficos desde el #33 al #53 de los problemas observados.

**Tabla#20 Identificación de los Desperdicios**

TERMOFORMADO		
	DESPERDICIO IDENTIFICADO	PROBLEMAS OBSERVADOS
MAYOR PRIORIDAD	Sobreproducción	Material sin movimiento
	Sobreproducción	Horas extras
	Tiempos de espera	Set up demorados
	Tiempos de espera	Calibraciones
	Tiempos de espera	Mantenimiento
	Transporte	Almacena en bodega en transito
	Transporte	No se dispone a tiempo completo de personal
	Proceso	Sincronización en la belloty
	Proceso	Tiempos improductivos
	Inventario	Almacenamiento innecesario
	Inventario	Tamaño de lotes grandes
	Inventario	Producir "Por si acaso"
	Movimientos	Distancia entre procesos
	Defectos	Orden y limpieza
	Defectos	Reprocesos
MENOR PRIORIDAD	Sobreproducción	Errores en la planificación de la producción
	Tiempos de espera	Paras
	Transporte	Manipulación del gabinete
	Transporte	Diferentes áreas de Almacenado
	Proceso	Desperdicio x Cierre de ordenes
	Proceso	Maquinas en mal estado
	Proceso	Poca Iluminación
	Inventario	Cambios en el programa de producción
	Movimientos	Ergonomía en la Cizalla
	Defectos	Matrickeria
ACABADOS PLASTICOS		
	DESPERDICIO IDENTIFICADO	PROBLEMAS OBSERVADOS
MAYOR	Sobreproducción	Exceso de Inventario
	Sobreproducción	Material sin movimiento
	Sobreproducción	Horas extras



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

	....continua	
	Tiempos de espera	Material sin movimiento
	Tiempos de espera	Paras x falta de material
	Transporte	Diferentes áreas de Almacenado
	Proceso	Reprocesos
	Proceso	Mejorar el armado del cajón
	Inventario	Desbalanceo en el armado de cajón
	Inventario	Lotes grandes
	Movimientos	Ergonomía en el armado de cajón
	Defectos	Mal estado de los gabinetes
	Defectos	Gabinetes mal armados
<b>MENOR PRIORIDAD</b>	Sobreproducción	Consumos energéticos
	Tiempos de espera	Falta de herramientas de trabajo
	Transporte	Manipulación de gabinete
	Proceso	Exceso de materia prima
	Inventario	Material acumulado al pie del proceso
	Movimientos	Ergonomía en el Troquelado
	Defectos	% Desperdicio al scrap
<b>POLIURETANO</b>		
	<b>DESPERDICIO IDENTIFICADO</b>	<b>PROBLEMAS OBSERVADOS</b>
<b>MAYOR PRIORIDAD</b>	Sobreproducción	Material sin movimiento
	Sobreproducción	Horas extras
	Tiempos de espera	Cambios de machos en torres
	Tiempos de espera	Calibración de la Rollformer
	Transporte	Paras x falta de material en la línea
	Transporte	Manipulación de Gabinetes
	Proceso	No se hermetiza correctamente las tapas de compartimento
	Proceso	Rayones
	Inventario	Falta de espacio antes de pregabinetes
	Movimientos	Falta de organización
	Defectos	Gabinetes dañados x débiles
<b>MENOR PRIORIDAD</b>	Sobreproducción	Almacenamiento al pie de la inyección
	Tiempos de espera	Set up largos
	Transporte	Llevar los utillaje de un lugar a otro
	Proceso	Poca iluminación
	Inventario	No hay stock de seguridad
	Movimientos	Problemas en las bombas de las inyectoras
	Defectos	Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

## **DESPERDICIOS EN TERMOFORMADO**

### **GRÁFICO#33 Falta de Orden y Limpieza**



Fuente: Elaboración Propia

### **GRÁFICO#34 Maquinas sin mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia

### **GRAFICO#35 Maquinas sin mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#36 Falta de Estandarización**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#37 Demoras en la calibración**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#38 Material sin Movimiento**



Fuente: Elaboración propia



## **DESPERDICIOS EN ACABADOS PLÁSTICOS**

**GRÁFICO#39 Exceso de inventario**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#40 Errores en el armado**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#41 Paras x falta de material**



Fuente: Elaboración propia

## **DESPERDICIOS EN POLIURETANO**

**GRÁFICO#42 Falta de orden y limpieza**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#43 Desperdicio en Troqueladora**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#44 Falta de espacio**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#45 Falta de orden en herramientas**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#46 Errores en hermetizado**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#47 Poca iluminación**



Fuente: Elaboración propia



**GRÁFICO# 48 Banda Transportadora sin mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#49 Falta de material**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#50 Errores en el proceso de armado**



Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO#51 Inventario en proceso**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#52 Derrame de poliuretano**



Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO#53 Reproceso de gabinetes**



Fuente: Elaboración propia



### 3.5.5 Resumen de tiempos y capacidades del modelo de Refrigeradora RI-425

A continuación en la tabla #21, se muestra el resumen de los datos que obedecen a los cálculos y otros que fueron tomados en base a fuentes de la misma empresa y que sirven para el mapa de realidad actual del modelo de refrigeradora RI-425.

**Tabla#21 Datos-Realidad Actual RI-425**

<b>MODELO DE REFRIGERADORA RI-425</b>	<b>Tiempo de ciclo/Refrigeradora</b>	<b>Tiempo de Setup</b>	<b>Uph Estandar</b>	<b>Uph Real</b>	<b>Turnos</b>	<b>Horas de Trabajo/día</b>
Termoforma Gabinete Congelador	150 seg	64 min	52	48	3	20.84
Termoforma Gabinete Refrigerador	258 seg	64 min	32	28	3	20.84
Corte de Congelador	13,5 seg	15 min	150	134	3	23.25
Cizalla Juego (Congelador+Refrigerador)	150 seg	50 min	50	40	3	21.50
Belloty	69 seg	20 min	58	52	3	21.84
Troquelado	40 seg	0	52	50	2	15.50
Armado de Gabinete Plastico	57 seg	15 min	63	63	2	15.50
Línea de Pre-gabinetes	63 seg	0	60	57	2	13.93
7 inyectoras de Poliuretano	57 seg	50 min	65	63	2	13.93
Limpieza del gabinete	57 seg	0	65	63	2	13.93
Dobladora de la Tapa de Compartimento	42 seg	15 min	92	86	2	15.25
Ensamble de la base de la Refrigeradora	42 seg	0	92	86	2	13.93
Rollformado	42 seg	50 min	90	86	2	13.50
Armado de Gabinete Metálico (2 puestos)	78 seg	0	98	93	2	13.93
Cortado y doblado de bundy	55 seg	0	70	65	2	13.93
Colocado de bundy en gabinete	63 seg	0	60	57	2	13.93
<b>TOTAL</b>	<b>1236,5 seg</b>	<b>343 min</b>				

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.6 Resumen de tiempos y capacidades del modelo de Refrigeradora RI-587

A continuación en la tabla #22, se muestra el resumen de los datos que obedecen a los cálculos y otros que fueron tomados en base a fuentes de la misma empresa y que sirven para el mapa de realidad actual del modelo de refrigeradora RI-587

**Tabla#22 Datos-Realidad actual RI-587**

<b>MODELO DE REFRIGERADORA RI-587</b>	<b>Tiempo de ciclo/refrigeradora</b>	<b>Tiempo de Setup</b>	<b>Uph Estandar</b>	<b>Uph Real</b>	<b>Turnos</b>	<b>Horas de Trabajo/día</b>
Termoforma Gabinete de Congelador	140 seg	64 min	52	50	3	20.84
Termoforma Gabinete de Refrigerador	258 seg	64 min	30	28	3	20.84
Corte de Congelador	13,5 seg	15 min	150	134	3	23.25
Cizalla Juego (Congelador+Refrigerador)	160 seg	50 min	40	33	3	21.50
Belloty	75 seg	20 min	50	48	3	21.84
Troquelado	40 seg	0	95	90	2	16
Armado de Gabinete Plástico	78 seg	15 min	54	46	2	15.50
Línea de Pre-gabinetes	55 seg	0	69	66	2	13.93
7 inyectoras de Poliuretano	55 seg	50 min	66	65	2	13.93
Limpieza del gabinete	55 seg	0	66	65	2	13.93
Dobladora de la Tapa de Compartimento	42 seg	15 min	92	86	2	15.25
Ensamble de la base de la Refrigeradora	42 seg	0	92	86	2	16
Rollformado	42 seg	50 min	90	86	2	13.50
Armado de Gabinete Metálico (2 puestos)	78 seg	0	98	93	2	16
Cortado y doblado de bundy	51 seg	0	74	70	2	16
Colocado de bundy en gabinete	55 seg	0	69	66	2	16
<b>TOTAL</b>	<b>1239,5 seg</b>	<b>343 min</b>				

Fuente: Elaboración Propia

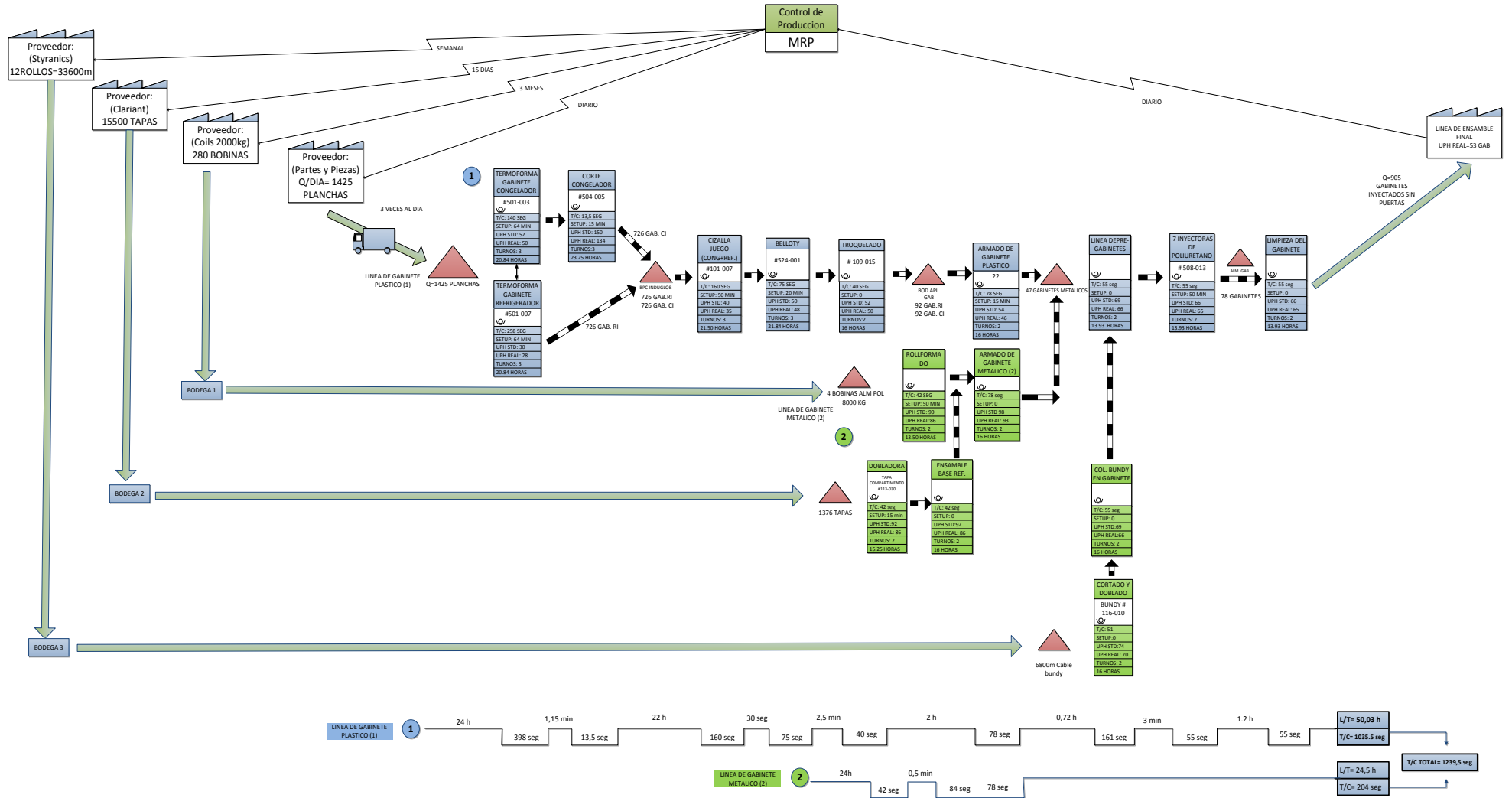


### 3.5.7 Mapas de Realidad Actual





## MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL RI-587





### 3.6 REALIDAD FUTURA

#### 3.6.1 Calculo del Takt time <sup>23</sup>

Para conocer el número de refrigeradoras que se debe producir según la demanda del mercado en la empresa Indurama se realiza el cálculo del Takt time “Es el tiempo de producción disponible dividido por la demanda del cliente. Por ejemplo, si una fábrica opera 480 minutos por día y los clientes exigen 240 aparatos por día, el tiempo de procesamiento es de dos minutos. Del mismo modo, si los clientes quieren dos nuevos productos por mes, tiempo de procesamiento es de dos semanas. El objetivo del tiempo de procesamiento es de ajustar con precisión la producción a la demanda. Proporciona el latido del corazón de un sistema de producción ajustada. Takt time se utilizó como herramienta de gestión de la producción en la industria de la aviación alemana en la década de 1930. (Takt es alemán para un intervalo de tiempo preciso tal como un metro musical.) Fue el intervalo en el que las aeronaves avanzaron a la siguiente estación de producción. El concepto fue ampliamente utilizado en Toyota en los años 1950 y era de uso generalizado en toda la base de suministro Toyota a finales de los años 1960. Toyota normalmente revisa el tiempo de procesamiento para un proceso cada mes, con una revisión ajustada cada 10 días.”

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda\ del\ Cliente}$$

#### Indurama

En 1 día de trabajo: 2 turnos de 8 horas=16 horas/día

Tiempo Disponible: 16 horas/día=960 min/día

Demanda del Cliente diario: 900 refrigeradoras

$$Takt\ Time = \frac{960\ min}{900\ ref} = 1,07min/ref$$

---

<sup>23</sup> <http://www.lean.org/Common/LexiconTerm.aspx?termid=337>





Es decir, durante este día se tendrá que completar 1 refrigeradora cada 1,07 minutos para llegar a satisfacer la demanda del mercado. Sin embargo, la demanda del mercado es mayor a la capacidad de las maquinas en Indurama por lo que se propone propuestas de mejora para sus procesos

### **3.6.2 Propuestas de mejora**

A continuación se muestran las propuestas de mejora para aplicarse en las áreas de termoformado, acabados plásticos, y poliuretano; de las cuales algunas se explicita para una mejor comprensión, se tomara en consideración los pasos detallados desde la página 32 y también el uso de las herramientas lean señaladas en esta tesis, tales como:

- **Kanban**
- **5'S**
- **Trabajo Estandarizado**
- **Fabricas Visuales**
- **Smed**
- **Poka-yoke**
- **TPM**
- **Kaizen**

:



**Tabla# 23 PROPUESTAS DE MEJORA-TERMOFORMADO MODELO RI-425 Y RI-587**

TERMOFORMADO				
	DESPERDICIO IDENTIFICADO	PROBLEMA	PROPUESTAS DE MEJORA	MEJOR HERRAMIENTA LEAN
	Sobreproducción	Exceso de inventario	Producir lo necesario de acuerdo a la orden de producción lanzada	kanban
	Sobreproducción	Muchos cambios en la planificación de la producción	Hacer un plan flexible que se regule por sí mismo	Kaizen
	Sobreproducción	Se trabajan horas extras para cumplir la orden de producción	Estandarizar los procesos de trabajo	Trabajo Estandarizado
	Tiempos de espera	Set up largos	Disminuir los tiempos de setup	Smed
	Tiempos de espera	Calibrar las maquinas	Disminuir los tiempos	Smed
	Tiempos de espera	Mantenimiento en las maquinas	Mejorar mantenimiento correctivo y preventivo	TPM
	Tiempos de espera	No se dispone a tiempo completo del montacarga	Coordinación y aprovisionamiento	Trabajo estandarizado
	Transporte	Manipulación del gabinete	Utilizar el equipo adecuado para su transporte	Kaizen
	Inventario	Se almacena gabinetes sin registrar	Registrar lo que se almacena	Kanban
	Inventario	Tamaño del lote grandes	Reducir el tamaño de los lotes	kanban
	Proceso	Sincronización en la Belloti	Estandarizar el proceso de trabajo	Trabajo Estandarizado
	Proceso	Desperdicio y sin limpieza	Orden y limpieza	5'S
	Movimientos	Llevar gabinetes a bodega y luego a cizalla	Reducir el exceso de movimientos	Trabajo Estandarizado
	Movimientos	Colocación de gabinetes en lugares no permitidos	Reducir el exceso de movimientos	5's
	Defectos	Reducir el % de scrap	Analizar los errores en los procesos	Poka-yoke
	Defectos	Reprocesos	Mejorar el control en la calidad y elaboración	Kaizen
	Defectos	Máquinas y matriceria en mal estado	Análisis costo-beneficio	Kaizen
	Defectos	Poca iluminación en las áreas de trabajo	Aprovisionar las áreas con mejor iluminación	kaizen

Fuente: Elaboración Propia

## EXPLICACION DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA-TERMOFORMADO:

### 1) Propuesta de reducción en el tiempo de calibración de las maquinas Termoformadoras

Se propone adicionar un montacarga hidráulico manual. Este equipo se encargará del transporte de los moldes de refrigeradora a la máquina y de esta al almacenamiento. El tiempo actual para la calibración y ajustes es de 64 minutos por máquina para el cambio de modelo. Se realizan 3 cambios al día igual a 192 minutos y cada cambio se procesa 333 gabinetes de congelador y 195 gabinetes de refrigeradora aproximadamente. La propuesta de mejora en cada cambio es de 49 minutos ahorrando 15 minutos en cada uno, lo que sumando nos da una mejora de 45 minutos al día.

GRÁFICO#54 Montacarga hidráulico manual



Fuente: [www.cargas.cl](http://www.cargas.cl)

## 2) Propuesta de reducción y control de Inventario con Kanban

Se propone la utilización de tarjetas kanban que contengan nombre, código, cantidad y plazo de entrega para la bodega de termoformado, con el uso de estas tarjetas se logrará una reducción y control del inventario para producir solo lo necesario y no como se muestra en el grafico#55 el inventario fuera de bodega.

**GRÁFICO#55 Exceso de Inventario fuera de bodega**



Fuente: Elaboración Propia

### 3) Propuesta de reducción del tiempo de calibración en la Cizalla

Se propone disminuir el tiempo de calibración en la cizalla cada vez que se haga un cambio de modelo de refrigeradora, logrando que las actividades internas se conviertan en externas, es decir que este todo listo y organizado para el cambio de matrices, ajustes de tuercas, lubricación, alistamiento de cuchillas, y mantenimiento en general. El tiempo actual para la calibración y ajustes es de 50 minutos por cada cambio de modelo de refrigeradora. Se realizan 3 cambios, debido a que son 3 modelos de refrigeradoras que se producen por día y cada cambio es para la producción de 287 gabinetes de congelador y 287 gabinetes de refrigeradora aproximadamente. La propuesta de mejora es en 35 minutos, ganando 45 minutos al día.

GRÁFICO#56 Cizalla



Fuente: Elaboración Propia

#### 4) Propuesta de mejora en el proceso: “Corte de Congelador”

Se propone que se acerque la sierra eléctrica a la máquina termoformadora, porque actualmente la sierra está a 20m de distancia, evitando la demora que toma 4 minutos en total desde que el operario toma el gabinete termoformado de la máquina, lleva para su corte, luego pasa a su almacenamiento y regresa nuevamente al mismo puesto de trabajo. Es decir, se pierde tiempo en el transporte y daños por la manipulación del gabinete, por lo que se ahorrará 2 minutos en total y mejorará el flujo del proceso.

GRÁFICO#57 Corte de Congelador actual



Fuente: Elaboración Propia

### 5) Propuesta de reducción del scrap (desperdicio)

Se propone la reducción del desperdicio: En los gabinetes que se hacen por prueba, en los que se denotan débiles y en los que tienen daños en su formación. Los gabinetes deformados pasan a una máquina trituradora obteniendo scrap, la figura #59 representa un gabinete deformado, actualmente el desperdicio refleja un 15% en el área de termoformado y mi propuesta es reducir a un 6%, sugiriendo al jefe de producción se procesen planchas de mayor grosor y el mejor control en la calibración de los calefones que se encargan de suministrar calor a las máquinas termoformadoras.

**GRÁFICO#58 Gabinete deformado**



Fuente: Elaboración propia



Tabla#24 **PROPUESTAS DE MEJORA-ACABADOS PLÁSTICOS MODELO RI-425 Y RI-587**

ACABADOS PLÁSTICOS				
	DESPERDICIO IDENTIFICADO	PROBLEMA	PROPUESTAS DE MEJORA	MEJOR HERRAMIENTA LEAN
	Sobreproducción	Exceso de stock	Producir lo necesario de acuerdo a la orden de producción lanzada	kanban
	Sobreproducción	Se trabajan horas extras para cumplir la orden de producción	Estandarizar los procesos de trabajo	Trabajo Estandarizado
	Tiempos de espera	Paras x falta de material	Mejorar los stock de seguridad	Kaizen
	Transporte	Manipulación de gabinete	Utilizar el equipo adecuado para su transporte	kaizen
	Inventario	Gabinets sin movimiento	Hacer Flujo continuo	Trabajo Estandarizado
	Inventario	Tamaño de Lotes grandes	Reducir el tamaño de los lotes	Kaizen
	Proceso	Mala distribución del proceso de armado	Trabajar en línea	Trabajo Estandarizado
	Proceso	Tiempos improductivos	Eliminar tiempos improductivos	Kaizen
	Movimientos	Se lleva los gabinetes a diferentes áreas de almacenado	Redistribución del espacio y mejorar el orden	5's
	Movimientos	Ergonomía en el armado de cajón	Mejorar los movimientos	Kaizen
	Defectos	Mal estado de los gabinetes	Revisión en el Proceso de Termoformado	Poke yoke
	Defectos	Gabinets mal armados	Revisión en el proceso de Acabados plásticos	Poke yoke
	Defectos	% Desperdicio al scrap	Reducir el desperdicio en los procesos	kaizen

Fuente: Elaboración Propia



## EXPLICACION DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA-ACABADOS PLASTICOS:

### 1) Propuesta de mejora en el proceso de armado con el Trabajo Estandarizado

Actualmente el proceso de armado presenta desorden, tiempos demorados en ensamblado y exceso de movimientos. Se propone una mejora en el proceso de armado con la herramienta de trabajo estandarizado; Esto se logrará con la definición y actualización clara del proceso, repitiendo el mismo con todas las personas para que su resultado sea consistente, luego generar hojas de procesos estándar de tiempos y capacidades en donde se verificara a detalle toda la información de cada puesto de trabajo, logrando así facilitar y mejorar la calidad del producto.

GRÁFICO#59 Problema en el armado



Fuente: Elaboración Propia

## 2) Propuesta de mejora en el armado de gabinetes con Poka-yoke

El armado de gabinetes plásticos constituye la unión de las partes del congelador y refrigerador, sigue una serie de pasos y procesos para su elaboración manual, la cual ocupa moldes de madera antiguos, existe errores en la secuencia de armado, exceso de espacios y movimientos. Se propone una banda transportadora, automatizando gran parte del proceso y control del producto para una mejor calidad y cero defectos.

GRÁFICO#60 **Gabinete armado**



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO# 61 **Banda Transportadora**



Fuente: [www.ropim.com](http://www.ropim.com)



**Tabla# 25 PROPUESTAS DE MEJORA-POLIURETANO MODELO RI-425 Y RI-587**

POLIURETANO				
	DESPERDICIO IDENTIFICADO	PROBLEMA	PROPUESTAS DE MEJORA	MEJOR HERRAMIENTA LEAN
	Sobreproducción	Exceso de stock	Producir lo necesario de acuerdo a la orden de producción lanzada	kanban
	Sobreproducción	Se trabajan horas extras para cumplir la orden de producción	Estandarizar los procesos de trabajo	Trabajo Estandarizado
	Tiempos de espera	Cambios de machos en torres	Reducir el tiempo	Smed
	Tiempos de espera	Calibración de la Rollformer	Reducir el tiempo	TPM
	Tiempos de espera	Paras x falta de material en la línea	Mejorar los stock de seguridad	Kaizen
	Transporte	Múltiples áreas de almacenado	Trabajar en línea	5'S
	Inventario	Se almacena gabinetes antes de pregabinetes	Trabajar en flujo continuo	kaizen
	Proceso	No se hermetiza correctamente las tapas de compartimento	Mejorar el proceso de armado	Poka-yoke
	Proceso	No hay espacio para el almacenamiento de gabinetes	Hacer Flujo continuo	kaizen
	Movimientos	Llevar los utillajes a pregabinetes	Mejorar el proceso de armado	Poka-yoke
	Movimientos	Problemas en las bombas de las inyectoras	Reemplazar bombas y optimizar el proceso	TPM
	Defectos	Mantenimiento maquinas	Hacer más mantenimiento preventivo	TPM
	Defectos	Gabinetes dañados x débiles	Mejorar la calidad del proceso	kaizen
	Defectos	Poca iluminación en las áreas de trabajo	Aprovisionar las áreas con mejor iluminación	kaizen

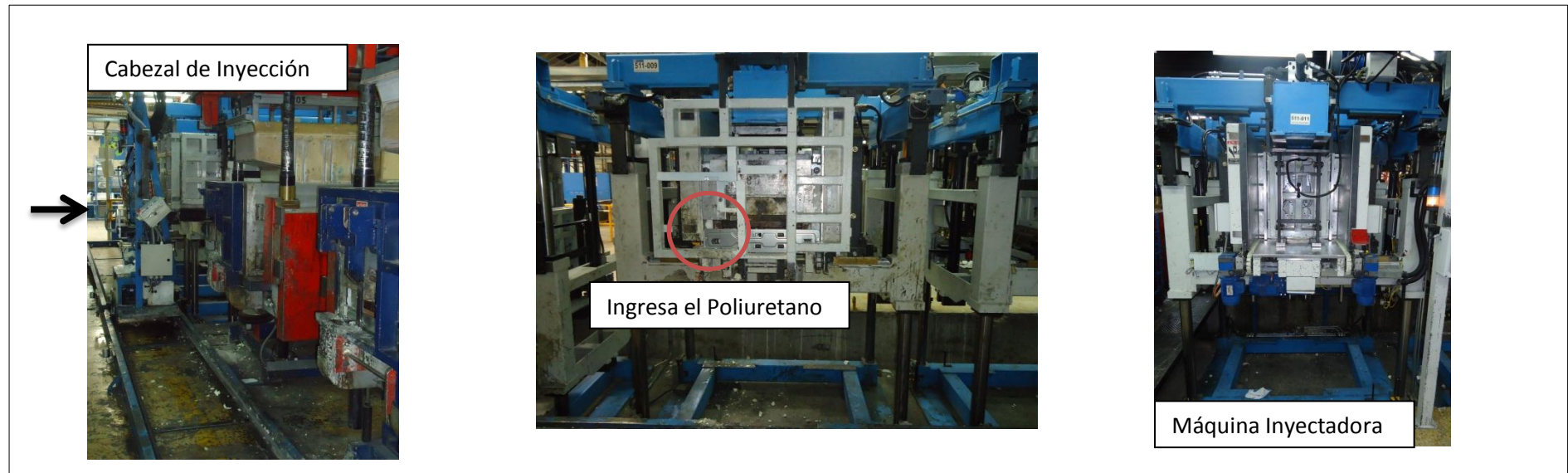
Fuente: Elaboración propia

## EXPLICACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA- POLIURETANO:

### 1) Propuesta de reducción del tiempo de ciclo con otra bomba hidráulica

Para una mejora se propone la compra de una nueva bomba hidráulica con una mayor capacidad para el área de poliuretano que sustituya a la actual y permita que 3 máquinas inyectoras trabajen independientemente ganando un menor tiempo en el proceso, y permitiendo que el cabezal de inyección trabaje sucesivamente. La propuesta es eliminar 5 minutos que se pierde por hora, y que son 80 minutos en el día. Se deja en manos de la empresa la mejor opción de inversión de la misma para el mejoramiento en su productividad.

GRAFICO#62 Poliuretano



Fuente: Elaboración Propia

## 2) Propuesta de reducción del inventario de gabinetes en proceso

Para trabajar en la mejora continua, es decir procesar en flujo continuo en donde no haya paras, cero defectos y el proceso siga constantemente, se propone una banda transportadora después de las maquinas inyectoras que traslade directamente los gabinetes pieza a pieza hacia la línea de ensamble, automatizando el proceso y mejorando la productividad en la empresa.

**GRÁFICO#63 Gabinetes Inyectados**



Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO#64 Banda Transportadora**



Fuente: Elaboración propia



### 1) Propuesta de reducción del tiempo de calibración en rollformado

El tiempo actual para la calibración y ajustes es de 50 minutos por cada cambio de modelo de refrigeradora. Se realizan 3 cambios, debido a que son 3 modelos de refrigeradoras que se producen por día y cada cambio es para la producción de 387 gabinetes aproximadamente. La propuesta de mejora es en 40 minutos, ganando 30 minutos al día; logrando que las actividades internas se conviertan en externas, es decir que todo esté preparado y organizado para reducir el tiempo en el cambio de la bobina metálica, así como la calibración de la troqueladora, lubricación, fugas de aceite etc.

GRAFICO#65 Maquina de Rollformado



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3 Reducción del Inventario en Proceso

El inventario en proceso constituye los productos semielaborados en los que se ha insertado materias primas, mano de obra directa e indirecta y gastos de fabricación. En este caso consisten todos los gabinetes semielaborados que se utilizan en el actual proceso de producción. (Ver tabla #26). Ahora para reducir los inventarios en proceso se debe contar con la entrega a tiempo, equipos siempre en buenas condiciones, lotes de producción pequeños, mejores tiempos de preparación para las áreas de termoformado, Acabados Plásticos y Poliuretano, por lo que la propuesta de mejora se indica en la tabla#27 que son las unidades y las horas que se plantea reducir, debido a que hay excesos de inventario y stock de seguridad en cada área de almacenamiento.



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Tabla# 26 INVENTARIO ACTUAL EN PROCESO: LÍNEA DE REFRIGERADORAS**

Modelo de Refrigeradora	TERMOFORMADO						ACABADOS PLASTICOS			POLIURETANO		
	GABINETE REFRIGERADOR			GABINETE CONGELADOR			Armado en Juegos			Armado en Juegos		
	UNIDADES POR DIA	Inventario Actual		UNIDADES POR DIA	Inventario Actual		UNIDADES POR DIA	Inventario Actual		UNIDADES POR DIA	Inventario Actual	
		Unidades	Horas Inventario		Unidades	Horas Inventario		Juegos	Horas Inventario		Juegos	Horas
RI-425	584	880	22	1000	880	22	977	126	2	878	67	1,06
RI-587	584	726	22	1042	726	22	713	92	2	905	78	1,2

Fuente: Indurama

**Tabla#27 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DEL INVENTARIO EN PROCESO**

Modelo de Refrigeradora	TERMOFORMADO						ACABADOS PLASTICOS			POLIURETANO		
	GABINETE REFRIGERADOR			GABINETE CONGELADOR			Armado en Juegos			Armado en Juegos		
	UNIDADES POR DIA	Inventario Propuesto		UNIDADES POR DIA	Inventario Propuesto		UNIDADES POR DIA	Inventario Propuesto		UNIDADES POR DIA	Inventario Propuesto	
		Unidades	Horas Inventario		Unidades	Horas Inventario		Juegos	Horas Inventario		Juegos	Horas
RI-425	603	440	11	1034	440	11	977	95	1.5	878	0	0
RI-587	603	363	11	1077	363	11	713	69	1.5	905	0	0

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.4 Costo del Inventario en proceso

Con el fin de reducir la cantidad del inventario en proceso de los modelos ya estudiados y analizados que son RI-587 y RI-425 se tiene:

**Tabla#28 COSTO DEL INVENTARIO EN PROCESO-MODELO RI-587 Y RI-425**

PLANCHAS EN BODEGA					
ITEM	Planchas Refrigeradora	Planchas Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Plancha modelo 587	\$ 4.25	\$ 3.16	\$ 7.41	1425	\$ 5,323.77
Plancha modelo 425	\$ 3.36	\$ 2.29	\$ 5.65	1398	\$ 4,007.13
TERMOFORMADO					
ITEM	Gabinete Refrigeradora	Gabinete Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Gabinete Plástico 587	\$ 5.26	\$ 4.18	\$ 9.44	1452	\$ 6,853.44
Gabinete Plástico 425	\$ 4.26	\$ 3.24	\$ 7.50	1760	\$ 6,600.00
ACABADOS PLASTICOS					
ITEM	Gabinete Refrigeradora	Gabinete Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Gabinete Plástico 587	\$ 6.69	\$ 4.78	\$ 11.47	184	\$ 1,055.24
Gabinete Plástico 425	\$ 5.51	\$ 3.83	\$ 9.34	252	\$ 1,176.84
POLIURETANO					
ITEM	\$/U			UNIDADES	TOTAL
Gabinete Metálico 587	\$ 15.85			47	\$ 744.95
Gabinete Metálico 425	\$ 12.35			56	\$ 691.60
	\$/U				
ITEM	Unificado (Gabinete plástico +metálico)			UNIDADES	TOTAL
Gabinete Inyectado 587	\$ 87.42			78	\$ 6,818.76
Gabinete Inyectado 425	\$ 70.81			67	\$ 4,744.27
TOTAL					\$ 38,016.00

Fuente: Elaboración propia





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tal como se observa en la tabla # 29 el ahorro en el costo del inventario en proceso alcanza a un 61.34%, debido a que hay un exceso de stock en 5 áreas de almacenamiento, como se demuestra en la tabla anterior. Para el área de poliuretano, luego de las inyectoras no hay unidades en inventario, debido a que se propone una banda transportadora que traslade directamente los gabinetes inyectados hacia la línea de ensamble final.

**Tabla#29 PROPUESTA DE MEJORA: COSTO DEL INVENTARIO EN PROCESO- MODELO RI-587 Y RI-425**

PLANCHAS EN BODEGA					
ITEM	Planchas Refrigeradora	Planchas Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Plancha modelo 587	\$ 4.25	\$ 3.16	\$ 7.41	713	\$ 2,664.01
Plancha modelo 425	\$ 3.36	\$ 2.29	\$ 5.65	699	\$ 2,003.03
TERMOFORMADO					
ITEM	Gabinete Refrigeradora	Gabinete Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Gabinete Plástico 587	\$ 5.26	\$ 4.18	\$ 9.44	726	\$ 3,426.72
Gabinete Plástico 425	\$ 4.26	\$ 3.24	\$ 7.50	880	\$ 3,300.00
ACABADOS PLASTICOS					
ITEM	Gabinete Refrigeradora	Gabinete Congelador	\$/U	UNIDADES	TOTAL
Gabinete Plástico 587	\$ 6.69	\$ 4.78	\$ 11.47	138	\$ 791.43
Gabinete Plástico 425	\$ 5.51	\$ 3.83	\$ 9.34	190	\$ 1,774.60
POLIURETANO					
ITEM	\$/U			UNIDADES	TOTAL
Gabinete Metálico 587	\$ 15.85			24	\$ 380.40
Gabinete Metálico 425	\$ 12.35			29	\$ 358.15
	\$/U				
ITEM	Unificado (Gabinete plástico +metálico)			UNIDADES	TOTAL
Gabinete Inyectado 587	\$ 87.42			0	\$ 0.00
Gabinete Inyectado 425	\$ 70.81			0	\$ 0.00
TOTAL					\$ 14,698.34

RESUMEN:		
Ahorro diario	\$38,016.00-\$14,698.34	<b>\$ 23,317.66</b>
Costo financiero anual	\$23,317.66 x 10%	<b>\$ 2331.76</b>
Mejora %	\$23,317.66x100/\$38,016.00	<b>61.34%</b>

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.5 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario en proceso

A continuación se muestra en la tabla #30 y #31 el total de áreas ahorradas de los inventarios en proceso para la producción de los modelos de refrigeradora RI-425 y RI-587.

**Tabla#30 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario para el modelo de Refrigeradora RI-425**

	AREA DE TERMOFORMADO				AREA DE ACABADOS PLASTICOS		AREA DE POLIURETANO			
	GABINETE REFRIGERADOR		GABINETE CONGELADOR				GABINETE METALICO		GABINETE INYECTADO	
Modelo de Refrigeradora	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²
Inventario Actual RI-425	880	194	880	176	252	53	56	24	67	29
Inventario Propuesto RI-425	440	97	440	88	190	40	29	12	0	0
Ahorro=Actual-Propuesto	440	97	440	88	62	13	27	12	67	29
Total de área ahorrado anual	238m² x \$4/ m² mensual=\$952 x12 meses= \$11424									

Fuente: Elaboración propia

**Tabla#31 Propuesta de ahorro en las áreas de inventario para el modelo de Refrigeradora RI-587**

	AREA DE TERMOFORMADO				AREA DE ACABADOS PLASTICOS		AREA DE POLIURETANO			
	REFRIGERADOR		CONGELADOR				GABINETE METALICO		GABINETE INYECTADO	
Modelo de Refrigeradora	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²	Unidades	m²
Inventario Actual RI-587	726	182	726	145	184	41	47	24	78	39
Inventario Propuesto RI-587	363	91	363	73	138	31	24	12	0	0
Ahorro=Actual-Propuesto	363	91	363	73	46	10	23	12	78	39
Total de área ahorrado	224m² x \$4/ m² mensual=\$896 x12 meses= \$10752									

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.6 Propuesta de mejora: Reducción del tiempo de calibración

A continuación de muestra en la tabla #32 la mejora de las unidades en los procesos de Termoformado, cortado en la Cizalla y Rollformado por calibraciones.

**Tabla# 32 Reducción del tiempo de calibración**

TERMOFORMADO				
	RI-425		RI-587	
	Gabinete de Congelador	Gabinete de Refrigerador	Gabinete de Congelador	Gabinete de Refrigerador
Proceso Actual	20.84x48=1000	20.84 x 28=584	20.84 x 50= 1042	20.84 x 28= 584
Propuesto	21.55x48=1034	21.55 x 28=603	21.55 x 50= 1077	21.55 x 28= 603
Mejora Unidades	34	19	35	19
CIZALLA				
	REFRIGERADORAS RI-425		REFRIGERADORAS RI-587	
Proceso Actual	21.50x40=860		21.50x35=752	
Propuesto	22.25x40=890		22.25x35=778	
Mejora Juegos	30		27	
ROLLFORMADO-GABINETE METALICO				
	RI-425		RI-587	
Proceso Actual	13.50x86=1161		13.50x86=1161	
Propuesto	14x86=1204		14x86=1204	
Mejora Gabinetes	43		30	

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.7 Mapas de Realidad Futura



A continuación en la tabla #33, se muestra el resumen de los datos que obedecen a los cálculos y otros que fueron tomados en base a fuentes de la misma empresa y que sirven para la mejora en el mapa de flujo de valor futuro del modelo de refrigeradora RI-425

**Tabla#33 Datos Realidad futura RI-425**

<b>MODELO DE REFRIGERADORA RI-425</b>	<b>Tiempo de ciclo/Refrigeradora</b>	<b>Tiempo de Setup</b>	<b>Uph Estandar</b>	<b>Uph Real</b>	<b>Turnos</b>	<b>Horas de Trabajo/día</b>
Termoforma Gabinete Congelador	150 seg	49 min	52	48	3	21.55
Termoforma Gabinete Refrigerador	258 seg	49 min	32	28	3	21.55
Corte de Congelador	13,5 seg	15 min	150	134	3	23.25
Cizalla Juego (Congelador+Refrigerador)	150 seg	35 min	50	40	3	22.25
Belloty	69 seg	20 min	58	52	3	21.84
Troquelado	40 seg	0	52	50	2	16
Armado de Gabinete Plastico	57 seg	15 min	63	63	2	15.50
Línea de Pre-gabinetes	63 seg	0	60	57	2	13.93
7 inyectoras de Poliuretano	57 seg	50 min	65	63	2	13.93
Limpieza del gabinete	57 seg	0	65	63	2	13.93
Dobladora de la Tapa de Compartimento	42 seg	15 min	92	86	2	15.25
Ensamble de la base de la Refrigeradora	42 seg	0	92	86	2	16
Rollformado	42 seg	40 min	90	86	2	14
Armado de Gabinete Metálico (2 puestos)	78 seg	0	98	93	2	16
Cortado y doblado de bundy	55 seg	0	70	65	2	16
Colocado de bundy en gabinete	63 seg	0	60	57	2	16
<b>TOTAL</b>	<b>1236,5 seg</b>	<b>288 min</b>				

Fuente: Elaboración Propia



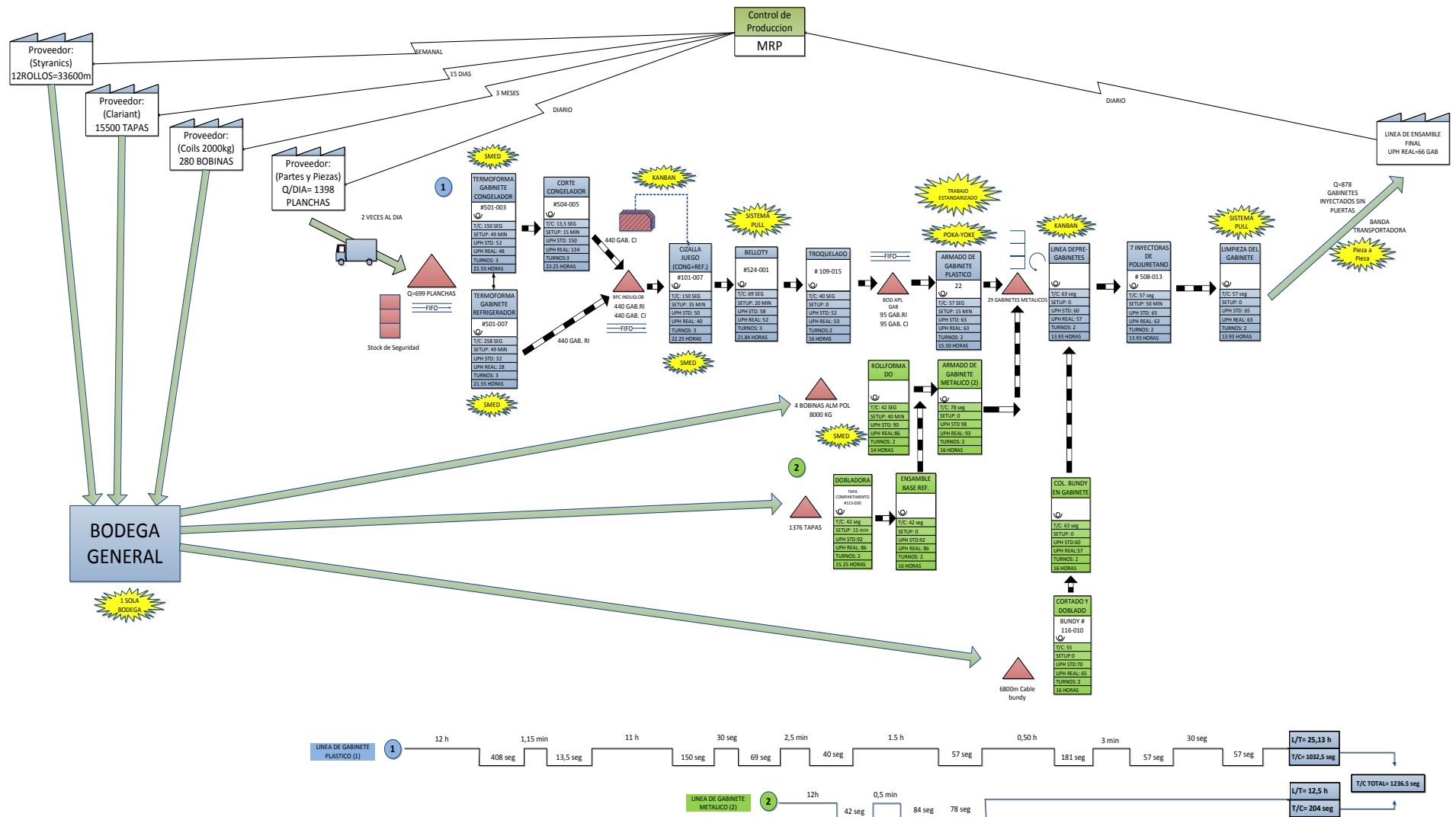
A continuación en la tabla #34, se muestra el resumen de los datos que obedecen a los cálculos y otros que fueron tomados en base a fuentes de la misma empresa y que sirven para la mejora en el mapa de flujo de valor futuro del modelo de refrigeradora RI-587

**Tabla#34 Datos Realidad futura RI-587**

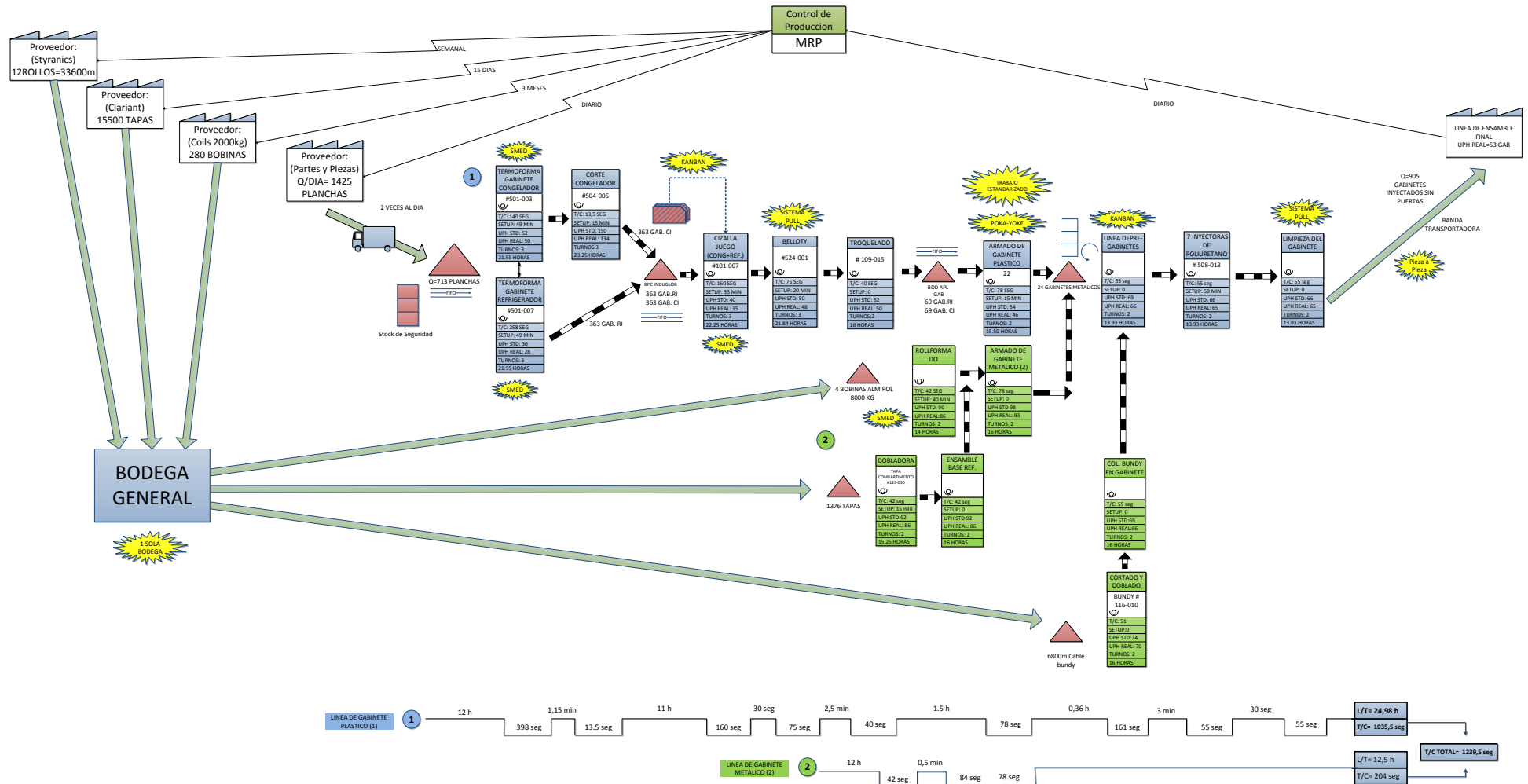
<b>MODELO DE REFRIGERADORA RI-587</b>	<b>Tiempo de ciclo/Refrigeradora</b>	<b>Tiempo de Setup</b>	<b>Uph Estandar</b>	<b>Uph Real</b>	<b>Turnos</b>	<b>Horas de Trabajo/día</b>
Termoforma Gabinete de Congelador	140 seg	49 min	52	50	3	21.55
Termoforma Gabinete de Refrigerador	258 seg	49min	30	28	3	21.55
Corte de Congelador	13,5 seg	15 min	150	134	3	23.25
Cizalla Juego (Congelador+Refrigerador)	160 seg	35 min	40	35	3	22.25
Belloty	75 seg	20 min	50	48	3	21.84
Troquelado	40 seg	0	52	50	2	16
Armado de Gabinete Plástico	78 seg	15 min	54	46	2	15.50
Línea de Pre-gabinetes	55 seg	0	69	66	2	13.93
7 inyectoras de Poliuretano	55 seg	50 min	66	65	2	13.93
Limpieza del gabinete	55 seg	0	66	65	2	13.93
Dobladora de la Tapa de Compartimento	42 seg	15 min	92	86	2	15.25
Ensamble de la base de la Refrigeradora	42 seg	0	92	86	2	16
Rollformado	42 seg	40 min	90	86	2	14
Armado de Gabinete Metálico (2 puestos)	78 seg	0	98	93	2	16
Cortado y doblado de bundy	51 seg	0	74	70	2	16
Colocado de bundy en gabinete	55 seg	0	69	66	2	16
<b>TOTAL</b>	<b>1239,5 seg</b>	<b>288 min</b>				

Fuente: Elaboración Propia

## MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO RI-425



## MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO RI-587







# 4

## CONCLUSIONES

## 4 CONCLUSIONES

- El presente trabajo propone la aplicabilidad de la filosofía Lean Manufacturing a un proceso de flujo continuo para lograr el control y la optimización del mismo, identificando los principales problemas y sus causas.
- Se aplicó a los tipos de Refrigeradoras RI-425 y RI-587 que sirven de modelos bases para la fabricación, debido a que el primero es el más comercial con un 17% dentro de su grupo; y el segundo por ser un nuevo modelo, tamaño grande, diseño, tecnología especial y con una producción creciente.
- Se realizó el análisis sobre tiempos y procesos para la elaboración de gabinetes en 3 áreas propuestas: termoformado, acabados plásticos y poliuretano. Pasado los 3 procesos se producen al día un promedio de 878 gabinetes RI-425 y 905 del modelo RI-587.
- Se realizó 2 mapas de flujo de valor actual, identificando los principales tipos de desperdicios que no agregan valor, la mala utilización de áreas de almacenamiento, los tiempos improductivos para reducir el lead time (reducción en el tiempo de entrega al cliente y hacer que los inventarios fluyan más rápido), y el tiempo de ciclo en el proceso, lo que da como resultado un mejor uso y rotación de sus recursos.
- Se realizó 2 mapas de flujo de valor futuro y también **propuestas de mejora:**  
**En Termoformado:** reducción en el tiempo de calibración de las maquinas termoformadoras, reducción y control de Inventario con Kanban, reducción del tiempo de calibración en la Cizalla, mejora en el proceso de “Corte de Congelador”, reducción del scrap (desperdicio). **En Acabados Plasticos:** mejora en el proceso de armado con el Trabajo Estandarizado, mejora en el armado de gabinetes con Poka-yoke. **En Poliuretano:** reducción del tiempo de ciclo con otra bomba hidráulica, reducción del inventario de gabinetes en

proceso, reducción del tiempo de calibración en rollformado.

- En el siguiente cuadro se propone la reducción del lead time y el tiempo de ciclo, conforme se demuestra también en los mapas de realidad actual y futura.

Tabla#35 **PROPUESTA DE REDUCCIÓN DEL LEAD TIME Y EL TIEMPO DE CICLO**

MODELO DE REFRIGERADORA	ELEMENTOS	MAPA DE REALIDAD ACTUAL	UNIDAD DE TIEMPO	UNIDADES POR DIA	MAPA DE REALIDAD FUTURA	UNIDAD DE TIEMPO	MEJORA % LEAD TIME
RI-425	LEAD TIME	50.16	HORAS	878	25.13	HORAS	50,09 %
	TIEMPO CICLO	1236.5	SEG/U.		1236.5	SEG/U	
RI-587	LEAD TIME	50.03	HORAS	905	24.98	HORAS	49.93%
	TIEMPO CICLO	1239.5	SEG/U.		1239.5	SEG/U	

Fuente: Elaboración propia

- Se propone reducir el tiempo que pasa el producto en proceso para en el modelo RI-425 de 50,16 a 25,13 horas con una mejora del 50,09% y con respecto al modelo RI-587 de 50,03 a 24,98 horas con una mejora del 49,93%.

El tiempo de ciclo para el modelo RI-425 es de 1236,5 seg. y para el RI-587 de 1239,5 seg.; estos no cambian debido a que la empresa presenta maquinas automatizadas que trabajan a tiempo completo.

- Con la propuesta de reducción del lead time del RI-425 al 50,09% y del RI-587 al 43,93%, se disminuye las unidades del inventario en proceso por lo que se propone un ahorro en el costo de \$23,317.66 con lo que se mejorará un **61,34%**. Con la aplicación de esta mejora se prevé una reducción del espacio utilizado en las áreas de almacenamiento para el modelo RI-425 a 238 m<sup>2</sup> con un ahorro anual de \$11424 y para el RI-587 a 224 m<sup>2</sup> con un ahorro de \$10752, tomando en cuenta que el m<sup>2</sup> de arrendamiento en el sector es de \$4 dólares mensual.



- Con la propuesta de reducción del tiempo en las calibraciones aumenta la producción solamente en procesos locales: Termoformado, la cizalla y la máquina de Rollformado como se indica:

**Tabla#36 Propuesta de mejora con las calibraciones en procesos locales**

TERMOFORMADO				
Modelo	RI-425		RI-587	
	Gabinete de Congelador	Gabinete de Refrigerador	Gabinete de Congelador	Gabinete de Refrigerador
Mejora Unidades	34	19	35	19
CIZALLA				
Modelo	REFRIGERADORAS RI-425		REFRIGERADORAS RI-587	
Mejora Juegos	30		27	
ROLLFORMADO-GABINETE METALICO				
Modelo	RI-425		RI-587	
Mejora Gabinetes	43		30	

Fuente: Elaboración propia

- La empresa tiene 3 bodegas, desperdiciando espacios, movimientos y operarios por lo que se propone almacenar en una sola bodega las materias primas.
- Se propone utilizar principalmente la herramienta lean 5´S que ayudará a mejorar los procesos y sobre todo el orden y limpieza, evitando los desperdicios en termoformado, acabados plásticos y poliuretano.
- Finalmente, con las propuestas de mejora utilizando la filosofía lean manufacturing, se espera haber cumplido con todos los objetivos que servirán para el mejoramiento en la producción y adelanto de la empresa.



# 5

## BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

1. Brady, América Latina. ( Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.bradylatinamerica.com/bradyid/cms/contentView.do/0/3334/3876/0/visualworkplace/Aplicaciones-de-F%C3%A1brica-Visual.html>>
2. Cursos Online. ( Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://cursosgratis.aulafacil.com/leanmanufacturing/curso/LeanManufacturing-32.htm>>
3. Eadic, (Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/>>
4. INDURAMA, “Archivos del Departamento de Ingeniería Industrial” (Consulta en el 2012)
5. Indurama, firma Cuencana exporta 50% de su producción. (10 de abril de 2012), Disponible en: <<http://www.elmercurio.com.ec/328926-indurama-firma-cuencana-exporta-50-de-su-produccion.html>>
6. Jeffrey K. Liker, Las Claves del éxito de Toyota, 14 principios de Gestión del Fabricante Edición 2000- Pág.-36
7. Lean Solutions, ( Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm>>
8. Lean, Lexicon.( Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.lean.org/Common/LexiconTerm.aspx?termid=337>>
9. LeanConsulting.(Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.leanconsulting.es/leanconsulting/index.php?index=4>>
10. Manufactura Esbelta ( Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.monografias.com/trabajos82/lean-manufacturing-manufactura-esbelta/lean-manufacturing-manufactura-esbelta.shtml>>
11. Manufactura Inteligente (Consulta en el 2012), Disponible en:  
<<http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>>
12. María de Lourdes Granda, “Propuesta de un plan de mejoramiento de la cadena de suministros aplicado al área de producción de la planta de Indurama bajo la filosofía toc (teoría de las restricciones)” Cuenca, Ecuador 2010



13. Marcelo Varela, Elaboración de Partes y Piezas para el sector de línea blanca (Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.flacso.org.ec/portal/pnTemp/PageMaster/9p6suz41iwop5nwho5md09dzz7jkps.pdf>>
14. Mauricio Fecovich, Prisma Portal para investigadoras y profesionales. (Consulta en 2012), Disponible en:  
<[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/tpmmantenimientoprductivototal/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/tpmmantenimientoprductivototal/)>
15. Mike Rother and Jhon Shook. Foreword by Womack and Dan Jones, Learning to see Value stream mapping to add value and eliminate muda. Edición 1999
16. Poka- Yoke Diseño a Prueba de Errores, (Consulta en el 2012), Disponible en: <<http://www.pdcahome.com/poka-yoke/>>
17. Portal de la Salud y Seguridad Ocupacional en Chile (Consulta en el 2012), Disponible en: <[http://www.paritarios.cl/especial\\_las\\_5s.htm](http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm)>
18. Portal Estudiantes de Recursos humanos. (Consulta en el 2012), Disponible en: <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kanbanuc h.htm>>
19. Prisma, Portal para investigadoras y profesionales. (Consulta en el 2012), Disponible en:  
<[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/SMED/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/SMED/)>
20. Sistema Lean MDC. (Consulta en el 2012) Disponible en:  
<<http://www.leanmdc.com/trabajo.html>>




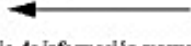
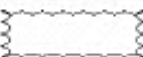
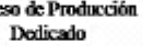



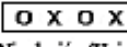








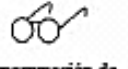





# 6

## ANEXOS



## Anexo 1: Iconos para Mapeo del Flujo de Valor

Fuente: *Qualiplus Consultoría*

Íconos para Mapeo del Flujo de Valor		
íconos para el Flujo de Materiales	íconos el Flujo de informaciones	íconos generales
 Título	 Flujo de información manual	 Necesidad de Kaizen
 Proceso de Producción Dedicado	 Kanban de señalización	 Inventario Pulmón
 Proceso de producción compartida	 Caja de Nivelación (Heijunka Box)	 Inventario de seguridad
 Fuentes Externas	 Kanban de retirada	 Operador
 Caja de datos	 Kanban de Producción	 Problema de calidad
 Inventario/ Tiempo de fila	 Programación de producción "va mirar"	 Célula en U
 Supermercado		 Problemas Diversos
 Fluido Físico de material		
 "Runner"		



## Anexo 2: Producción de Refrigeradoras proyectada en 15 meses-Análisis de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Modelo RI	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%	% Acumulado	Promedio de unidades a producirse cada mes
425	62260	62260	17%	17%	4151
480	49780	112040	14%	31%	3319
375	47760	159800	13%	44%	3184
395	46570	206370	13%	57%	3105
487	25260	231630	7%	64%	1684
385	14820	246450	4%	68%	988
VFV520	14680	261130	4%	72%	979
530	14510	275640	4%	76%	967
587	14170	289810	4%	80%	945
405	10150	299960	3%	83%	677
470	7900	307860	2%	85%	527
390	7630	315490	2%	87%	509
580	7450	322940	2%	89%	497
265	7370	330310	2%	91%	491
350	6920	337230	2%	93%	461
270	6490	343720	2%	95%	433
340	5360	349080	1%	96%	357
VFV400	5130	354210	1%	98%	342
380	3250	357460	1%	99%	217
585	1900	359360	1%	99%	127
280	1610	360970	0%	99%	107
250	1240	362210	0%	100%	83
885	600	362810	0%	100%	40
<b>TOTAL</b>	<b>362810</b>		<b>100%</b>		<b>24187</b>



**Anexo 3:** Producción mensual proyectada y agrupada de los modelos RI-425 y RI-587

**Fuente:** Elaboración propia

Modelo de refrigeradora RI	Unidades a producirse cada mes	%	% Acumulado
425	4151	17%	46%
405	677	3%	
395	3105	13%	
375	3184	13%	
480	3319	14%	14%
487	1684	7%	11%
587	945	4%	
385	988	4%	4%
VFV520	979	4%	4%
530	967	4%	4%
470	527	2%	2%
390	509	2%	2%
580	497	2%	2%
265	491	2%	2%
350	461	2%	2%
270	433	2%	2%
340	357	1%	1%
VFV400	342	1%	1%
380	217	1%	1%
585	127	1%	1%
280	107	0.4%	0.4%
250	83	0.3%	0.3%
885	40	0.2%	0.2%
TOTAL	24187	100%	100%

**Anexo 4:** Cuadro de Horas Disponibles por Área

**Fuente:** Indurama

**CUADRO DE HORAS DISPONIBLES POR AREA**

AREAS	LAMINADO	TERMOFORMADO	BELLOTY (perforados)	A. PLASTICOS (Preparado)	POLIURETANO	LINEA REFRIGERADORAS
# cambios/día	6	3	3	2	2.5	2
Tiempo. Cambio HORAS	0.75	1.05	0.72	0.25	0.83	0.17
# Máquinas	1	4	1	1	1	1
Tiempo. Setup/día/máquina HORAS	4.5	3.16	2.16	0.5	2.075	0.34
TURNOS DIA	3	3	3	2	2	2
HORAS DIA	24	24	24	16	16	16
HORAS SET UP	4.5	3.16	2.16	0.5	2.075	0.34
HORAS DISPONIBLE	19.50	20.84	21.84	15.50	13.93	15.66

## **Anexo 5:** Diagnostico del proceso de Producción

**Fuente:** Elaboración propia

### **DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCION**

	<b>Preguntas</b>
<b>Mano de Obra</b>	¿Quién lo hace? ¿Cómo lo está haciendo? ¿Es posible que oro operario lo haga? ¿Cómo debería hacerlo?
<b>Materia Prima</b>	¿Se la recibe en condiciones óptimas de calidad? ¿Se la obtiene a tiempo? ¿Existen proveedores calificados?
<b>Maquinaria</b>	¿Funcionan adecuadamente? ¿Son fáciles de operar? ¿Se las da mantenimiento? ¿Están en el sitio adecuado?
<b>Proceso productivo</b>	¿Cómo se hace? ¿Es complejo dicho proceso? ¿Por qué se lo hace así? ¿Puede hacerse de otra manera? ¿Cómo debe hacerse? ¿La secuencia es la correcta?
<b>Lugar</b>	¿Dónde se hace? ¿Dónde podría hacerse?
<b>Momento</b>	¿Cuándo se hace? ¿Cuándo debería hacerse? ¿Es el adecuado?